

Bányászati és Kohászati Lapok

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ



BUDAPEST

**2005/3.**

138. évfolyam  
1–28. oldal



# BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

## KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

Alapította: PÉCH ANTAL 1868-ban



**Hungarian Journal of  
Mining and Metallurgy  
OIL AND GAS**

**Ungarische Zeitschrift für  
Berg- und Hüttenwesen  
ERDÖL UND ERDGAS**

### Címlap:

„Olajos” türeleműveg

### Hátsó borító:

Krupiczter Antal: Életutak

### Fotó:

Szép András

### Kiadó:

Országos Magyar Bányászati  
és Kohászati Egyesület  
1027 Budapest, Fő u. 68.

### Felelős kiadó:

Dr. Tolnay Lajos,  
az OMBKE elnöke

### Felelős szerkesztő:

Dallos Ferencné

A lap a

**MONTAN-PRESS**

Rendezvényszervező, Tanácsadó  
és Kiadó Kft.  
gondozásában jelenik meg.

1027 Budapest, Csalogány u. 3/B  
Postacím: 1255 Budapest 15, Pf. 18  
Telefon/fax: (1) 201-8948  
E-mail: montanpress@axelero.hu

Belső tájékoztatásra készül!

HU ISSN 0572-6034

A kiadvány a MOL Rt. támogatásával jelenik meg.

Kőolaj és Földgáz 2005/3. szám

## TARTALOM

DR. PÁPAY JÓZSEF:

Szénhidrogéntelemek művelési technológiáinak szinergiája .....1

Egyesületi hírek ..... 16

Hazai hírek ..... 17

Múzeumi hírek ..... 19

Köszöntés ..... 22

Nekrológ ..... 23

Könyvismertetés ..... 21, 25

Külföldi hírek ..... 15, 22, 26, BIII

### Szerkesztő:

CSERI Tivadar

### Szerkesztőbizottság:

dr. BODOKY TAMÁS, dr. CSÁKÓ DÉNES, dr. FERENCZY LÁSZLÓ,  
HOZNEK ISTVÁN, KELEMEN JÓZSEF, dr. MEIDL ANTAL,  
dr. NAGYPATAKI GYULA, dr. NÉMETH EDE, id. ŐSZ ÁRPÁD,  
PACZUK LÁSZLÓ, dr. PÁPAY JÓZSEF, dr. SZARKA LÁSZLÓ,  
dr. TAKÁCS GÁBOR, dr. TÓTH JÁNOS, TURKOVICH GYÖRGY,  
UDVARI GÉZA, VERŐ LÁSZLÓ

# Szénhidrogéntelepek művelési technológiáinak szinergiája

ETO: 622.27.276+622.27.279+622.32



PÁPAY JÓZSEF

okl. olajmérnök,  
az MTA rendes tagja,  
egyetemi tanár,  
MOL Rt. tanácsadó,  
OMBKE-tag.

A szénhidrogéntelepek kitermelésére számos, különféle hatásmechanizmuson működő művelési eljárást dolgoztak ki. Ezeknek a módszereknek vannak általános és specifikus jellemzői. Ha megértjük a különféle eljárások azonos jellemzőit, az adott telepre vonatkozó specifikus tulajdonságokkal jellemzett művelési technológiát kisebb kockázattal tudjuk megvalósítani, és nagyobb hatékonysággal tudjuk a szénhidrogént a kőzetekből kitermelni. Egy-egy telepre többféle kitermelési módszer alkalmazható, akár egyidejűleg is, valamint a telepek különböző zónákkal rendelkezhetnek, ahol különböző hatásmechanizmusok érvényesülnek vagy művelési módszereket alkalmaznak stb., ezért a technológiák szinergikus elemzése alapkövetelmény. A dolgozat egy-egy alapon tárgyalja a különféle termelési eljárások elméleti és műszaki hátterét. A termelésben szerepet játszó kiszorító energia és a fluidum (kőolaj, földgáz) alapján osztályozza a művelési eljárásokat. Kimutatja azt, hogy a természetes és/vagy külső energia okozta kiszorítási mechanizmusok milyen tényezők révén növelik meg a telepből kinyerhető kőolaj és földgáz mennyiségét. Meghatározza az egyes művelési eljárások alkalmazhatóságának korlátait a litológia, a rétegeparaméterek, a telepfluidum áramlási jellemzői figyelembevételével. A világon alkalmazott technológiák eredményei alapján rámutat az elvárható eredményekre, mindamellett középtávon előrejelzi a különféle művelési eljárások részvételi arányát a kőolaj- és földgázellátottság biztosításában.

## Bevezetés

A szénhidrogén-bányászat két lényeges, egymással szoros kapcsolatban lévő tevékenységre osztható: a kőolaj- és a földgáztelepek felkutatására és a felkutatott, megtalált kőzetek porusaiban elhelyezkedő kőolaj- és/vagy földgázvagyron hatékony kitermelésére. Mindkét alaptevékenység szigorúan tudományos-műszaki alapon, különféle szakterületek integrált együttműködésével történik.

A cikk a konvencionális szénhidrogéntelepek művelési eljárásaival foglalkozik integrált szemléletben, függetlenül attól, hogy kőolaj- vagy földgáztelepről van-e szó.

Tehát nem foglalkozik az olajhókok, olajpala, kis áteresztőképességű telepek (permeabilitás  $<0,1\text{--}1\text{ mD}$ ), széntelepek gáza, nagy nyomáson vízben oldott gáz, hidráttelepek stb. kitermelési lehetőségeivel.

Művelési technológián azt az eljárást értjük, amely műszaki-gazdasági szempontokat figyelembe véve, céltudatosan megvalósított kiszorítási mechanizmusok alapján lehetővé teszi a kőzet porusaiban év-milliók során felhalmozódott szénhidrogének hatékony kitermelését.

Az ipari gyakorlatban számos, különféle művelési technológia valósult meg. Ezeknek vannak közös és speciális jellemzői. Ha megértjük a minden technológiában meglévő közös jellemzők tudományos-műszaki hátterét, a technológiák speciális vonatkozásai is jobban definiálhatók, és végeredményben a kitermelési eljárások kisebb kockázattal és hatékonyabban telepíthetők és üzemeltethetők. Egy-egy telepre többféle kitermelési módszer alkalmazható, akár egyidejűleg is, valamint a telepek különböző zónákkal rendelkezhetnek, ahol különböző hatásmechanizmusok érvényesül-

nek vagy művelési módszereket alkalmaznak stb., ezért a technológiák szinergikus elemzése alapkövetelmény. A dolgozat rámutat a hatékonyságnövelés lehetőségeire és egyúttal korlátaira is.

A cikk módszertanilag, az érthetőség miatt a föld alatti áramlástan alaptörvényeit alkalmazza. Az egyszerű tárgyalásra azért van szükség, mert csak így lehet megérteni, illetve felismerni a porustérben elhelyezkedő kőolajat és/vagy földgázt kiszorító mechanizmusokat, amelyek végül is meghatározzák az alkalmazandó művelési technológiát.

## 1. Elméleti megalapozás

A természetes előfordulású szénhidrogéneket (kőolajat és földgázt) tartalmazó kőzetek – üledékes (szilikáttörlemelikes, karbonátos), magmás vagy metamorf – porusrendszeréből saját és/vagy kívülről besajtott energiával végzik a kőolaj és/vagy a földgáz kitermelését. A művelés célja az, hogy a kőzet porusaiban felhalmozódott szénhidrogén minél nagyobb hányadát termeljük ki úgy, hogy a kitermelendő szénhidrogén helyébe a telep adottságaitól függően kiszorító fluidum áramlik, vagy azt oda besajtoljuk.

A tökéletlen kiszorításnak, azaz a veszteségnek két oka van:

– a kiszorító közeget a pont- vagy vonalszerű besajtolás-termelés és/vagy a kiszorított és kiszorító fluidum

dumok sűrűségkülönbsége és/vagy a telep morfológiája, heterogenitása miatt nem tudjuk a telep minden részébe eljuttatni; a térfogati elárasztási hatások ( $\eta_{vol}$ ) adja meg azt, hogy telep pórusterfogatanak hányadrészt árasztotta el a kiszorító közeg;

– az elárasztott pórusterben a kiszorító és kiszorítandó fluidum közötti határfelületi erők miatt a kiszorítás hatásfoka (a fluidumcsere) nem tökéletes; ennek a hatékonyságát a kiszorítási hatásfokkal ( $\eta_D$ ) jellemezzük.

Először a térfogat-elárasztás, majd ezt követően a kiszorítás hatásfokát elemezzük, amikor is a kiszorító és kiszorítandó fluidum között határfelület van, azaz a kiszorítás nem elegendő.

### 1.1. Térfogat-elárasztási és összhatások

A kiszorító közeg a telep bonyolult felépítése és/vagy a pontszerű (illetve vonalszerű) besajtolás-termelés és/vagy a fluidumok sűrűségkülönbsége miatt a pórússal közet egy részét ( $\eta_{vol}$ ), kb. 0,3–0,9 hányadát árasztja el, így a kitermelés összhatásfoka:

$$\eta = \eta_{vol} \eta_D \quad (1)$$

A térfogati elárasztás összhatásfoka a területi  $\eta_A$  és a vertikális  $\eta_v$  hatásfokkal kifejezve, a leművelés hatékonyságát jellemző összhatásfok:

$$\eta = \eta_A \eta_v \eta_D \quad (2)$$

A (2) összefüggés összenyomhatatlan fluidumok áramlása és stacioner szűrés (nyomásfenntartásos művelési technológiák) esetén alkalmazható. Az utóbbi elsősorban a kőolajtelepek művelésére jellemző. Így alkalmazása az egyes olajkitermelő technológiák megítélése szempontjából elfogadható.

A részhatások egymástól nem függetlenek. Ezért a (2) egyenlet megoldására Pápay J. (2003) pszeudorelatív függvények alkalmazását javasolta a Buckley S. E. – Leverett M. C. (1942) módszer kombinálásával, amikor is az elárasztandó pórusterfogatot a területi hatásfoknak megfelelően (amit a besajtolt fluidum kumulatív mennyiségének növekedése okoz) fokozatosan nő.

### 1.2. Kiszorítási hatások

Az egyszerűségért feltételezzük, hogy a pórússokból olajat szorítunk ki vízzel. Gáz állandó nyomáson vízzel végzett kiszorítása értelemszerűen hasonló.

A kiszorítási hatások:

$$\eta_D = \frac{S_{oi} - \overline{S_o}}{S_{oi}} = \frac{S_{oi} - \overline{S_o}}{S_{oi} - S_{or}} \frac{S_{oi} - S_{or}}{S_{oi}} \quad (3)$$

A 3. összefüggést más alakban felírva:

$$\eta_D = \eta_D^* \eta_M, \quad (4)$$

ahol:  $S_{oi}$  – kezdeti olajtelítettség

$S_{or}$  – maradék olajtelítettség

$\overline{S_o}$  – pillanatnyi átlagos olajtelítettség.

A mozgóteltettségre vonatkozó pillanatnyi kiszorítási hatások,  $\eta_D^*$  és a mobilitási hatások,  $\eta_M$  értéke a következő:

$$\eta_D^* = (S_{oi} - \overline{S_o}) / (S_{oi} - S_{or}) \text{ és } \eta_M = (S_{oi} - S_{or}) / S_{oi}.$$

Ha egy elemi  $dV = A\phi dx$  pórusterfogatot tekintünk, akkor Welge G. I. (1952) összefüggésének segítségével a (4) egyenlet (Pápay J. – 2004):

$$\eta_D = \frac{S_{oi} - \left[ 1 - S_w - \left( 1 - \frac{1}{1+1/M} \right) Q_i \right]}{S_{oi} - S_{or}} \eta_M \quad (5)$$

$$Q_i = \frac{\int q_w dt}{A\phi dx} = \frac{1}{(df_w / dS_w)_{S_w}}$$

$$M = \frac{k_{rw} / \mu_w}{k_{ro} / \mu_o} \approx \frac{\mu_o}{\mu_w}$$

$$f_w = \frac{1}{1+1/M}$$

ahol:  $A$  – keresztmetszet

$\phi$  – porozitás

$dx$  – elemi lineáris szakasz

$q_w$  – a besajtolt víz (gáz) üteme

$S_w$  – elemi hasáb kilépési oldalán a víztelítettség

$S_{wc} \leq S_w \leq 1 - S_{or}$

$S_{wc}$  – tapadó víztelítettség

$k_{rw}, k_{ro}$  – víz és olaj relatív áteresztőképessége

$\mu_w, \mu_o$  – víz és olaj viszkozitása.

Az (5) összefüggés elemzése alapján megállapítható, hogy a kiszorítási hatások értékét meghatározza a mobilitási hatások ( $\eta_M$ ), a mobilitási arányszám ( $M$ ) és a pórusterfogatra vonatkoztatott besajtolt (beáramlott) víz kumulatív mennyisége ( $Q_i$ ).

Ha  $M \gg 1$  (viszkózus olaj) és  $Q_i \rightarrow \infty$ , akkor  $\eta_D^* = 1$ , azaz  $\eta_D = \eta_M$ , vagy

ha  $M < 1$  (könnyű olaj, gáz) és  $Q_i = S_{oi} - S_{or}$ , akkor  $\eta_D^* = 1$ , azaz  $\eta_D = \eta_M$ .

A (2) összefüggés a következő alakban írható fel:

$$\eta = \eta_A \eta_v \eta_D^* \eta_M \quad (6)$$

Megjegyezzük azt, hogy a (6) egyenletben adott tárolóközetre és művelési eljárásra vonatkozóan  $\eta_M = \text{const.}$ , viszont  $\eta_A$ ,  $\eta_v$  és  $\eta_D^*$  a kiszorító fluidum mennyiségétől is függ.

### 1.3. A mobilitási hatások és a litológia kapcsolata

A mobilitási hatások értéke  $\eta_M < 1$ . Ennek oka a kőzet bonyolult, litológiától függő kapilláris méretű pórusszerkezete, valamint a kiszorító és a kiszorítandó fluidum közötti határfelületi feszültség. A kiszorítás során a kiszorító front mögött a kapilláris erők miatt olaj- (gáz-) csepp alakul ki a kőzet pórusaiban (Moore, T. F., Slobod, R. L. – 1956), amit onnan klasszikus



módon, viszkózus erőkkel nem tudunk kiszorítani.

Ha a kapilláris sugara  $r_2$  sugárról  $r_1$  sugárra csökken le pórusméretnyi távolságon ( $L$ ), akkor az olajcsepp átszórításához szükséges nyomásgradiens [Pápay J., 2003]:

$$\Delta p/L = [2\sigma \cos\theta (1/r_1 - 1/r_2)] 1/L \quad (7)$$

ahol:  $\sigma$  – a határfelületi feszültség

$\theta$  – a nedvesítési szög.

Ennek értéke gyakorlati feltételek között több száz bar/m, azaz a lefűződött olajcsepp (vagy gázbuborék) nem termelhető ki, és veszteséggént marad vissza. Mivel a közetszerkezet rendkívül bonyolult, ezért a kőolaj/földgázlefűződés mindenképpen bekövetkezik, tehát nem elegendő fluidummal végzett kiszorítás miatt mindenképpen veszteséggel kell számolni. Megjegyezzük, hogy elegendő fluidummal végzett kiszorítás esetén a  $\sigma$  értékét több nagyságrenddel csökkentik a mobilitási hatások növelése miatt azért, hogy értéke:  $\eta_M \equiv 1$  legyen.

A veszteség nagysága függvénye a kőzet pórusszerkezetének ( $\phi$ ,  $k$ ), a kőzet nedvesítési tulajdonságainak, a kezdeti telítettségnek és a litológiának stb.

Az irodalom által közölt mérések, adatok alapján a fenti paraméterek figyelembevételével 2004-ben (Stavanger vagy Oil Gas European Magazine) Pápay J. egy algoritmusrendszerrel dolgozott ki a maradék szénhidrogén-telítettség meghatározására, amelynek egy fontos alapösszefüggése a következő:

$$\text{homokkötőárolókra: } k = 0,1e^{16,86\eta^0}, \quad (8a)$$

$$\text{karbonátos tárolókra: } k = 0,0005e^{22,89\eta^0}, \quad (8b)$$

ahol:  $k$  – a kőzet permeabilitása, mD

$\eta^0$  – a báziskiszorítási hatások.

Megközelítésként a veszteség megbecslése céljából elfogadható:

$$\eta^0 \equiv \eta_M.$$

Reális paramétertartományban a bázishatások értéke:

$$0,3 \leq \eta^0 \leq 0,75, \text{ átlagosan kb. } 0,5-0,6.$$

Ez tehát azt jelenti, hogy abba a köztértérfogatba, ahová a nem elegendő kiszorító közeget besajtoljuk vagy az oda beáramlik, a kezdeti ásványvagyton 50–60%-át termelhetjük ki, állandó kiszorítási nyomást feltételezve.

Ha  $M > 1$ , akkor véges mennyiségű kiszorító közeg besajtolása esetén:  $\eta_D < \eta_M$ .

#### 1.4. A művelés hatékonysága, valamint a kőolaj és a földgáz tulajdonságainak összefüggése

A művelési folyamatok megértése és a kitermelés hatékonyságának növelése érdekében alapvető a szén-

hidrogéntelepek csoportosítása kőolaj- és földgáztelepekre. Az előbbi fluidum rétegviszonyok között alapvetően folyadék, míg az utóbbi gáz halmazállapotú. A két fluidum mozgékonyasága (viszkózitása) és kompresszibilitása (teleptérfogati tényező) nagyságrendekkel különbözik egymástól, s ez a kitermelési technológiát, a művelés hatékonyságát alapvetően meghatározza.

Ez az eltérő tulajdonság végül is azt eredményezi, hogy az ún. klasszikus művelési eljárásokkal a telepben lévő kőolaj 50–60%-a, a földgáznak pedig a 60–90%-a termelhető ki. A fluidumtulajdonságokban való eltérés magyarázza azt, hogy a kőolaj kitermelése jóval bonyolultabb és költségesebb, mint a földgáztelep leművelése. A hatékonyságnövelő eljárások elsősorban a kőolajtelepek kihozatalának növelését célozzák. Mivel a természetben a két fluidum gyakran fordul elő egy telepben (pl. gázsapkás olajtelep, másodlagos gázsapka, olajszegéllyel rendelkező gázcsapadéktelep stb.), ezért nemcsak egy-egy telepfluidumra (olajra vagy gázra) választjuk ki a megfelelő művelési módszert, hanem mindkettőre együttesen, mindkét fluidum kitermelési szempontjait egyidejűleg figyelembe véve.

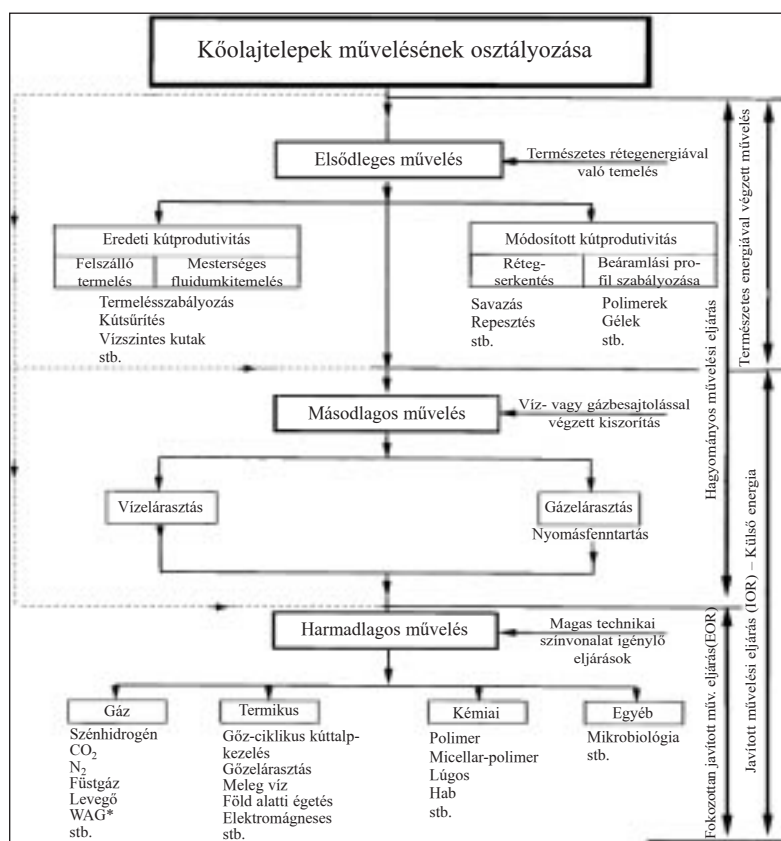
Kritikus szénhidrogénrendszerek esetén, amelyeknek természetes előfordulása nem gyakori, a telepkörülmények között az olaj és gáz tulajdonsága azonos: viszkózitás, kompresszibilitás vagy akár a sűrűség stb. Ebben a esetben olyan művelési technológiát kell telepíteni, alkalmazni, amely figyelembe veszi a kedvező áramlási, kompresszibilitási, valamint határfelületi tulajdonságokat.

A következőkben az egyszerűség és az érthetőség érdekében a kőolaj- és földgáztelepek művelési eljárásait és azok hatékonyságnövelésének lehetőségeit külön tárgyaljuk úgy, hogy a művelési eljárásokat a kitermeléshez szükséges energia alapján osztályozzuk. A művelési technológiák kvantitatív jellemzése nem egyszerű feladat, mivel a telep különböző részein (zónáiban) egyidejűleg különböző kiszorítási mechanizmusok működhetnek: pl. gázsapkás és talpi-vizes olajtelep természetes energiás termeltetése, vagy akár nedves égetéssel termikus eljárás.

## 2. Olajtelepek kitermelési eljárásai és hatékonyságuk

### 2.1. Kőolaj-kitermelő eljárások osztályozása

A művelési eljárások hatékonyságának elemzéséhez nélkülözhetetlen azok osztályozása. A kőolajtelepek művelési eljárásainak osztályozása nem egységes, leginkább Oil and Gas Journal (pl. 1992) osztályozása az elfogadott, amit Pápay J. (1997, 2003) alapvetően módosított (1. ábra).



1. ábra: Kőolajtelepek művelési eljárásainak osztályozása

\* Váltakozó víz-gáz besajtolás

Az első osztályozások (elnevezések) követték a megvalósítás időbeni sorrendjét, a kronológiai sorrendet: elsődleges, másodlagos és harmadlagos módszerek. A tudomány fejlődésével és a gazdasági indokok alapján hamarosan kiderült, hogy nem célszerű az egyes technológiák megvalósítása az időrendi sorrend betartásával, és így új elnevezések születtek, ezeket az ábra jobb oldalán lévő függőleges vonalak mutatják. Az 1. ábrával kapcsolatosan megjegyezzük, hogy az egyes hatékonyságot növelő művelésszabályozási lehetőségek, elemek, eszközök felülről lefelé és jobbra haladva minden művelési módszerbe beépíthetők, többlettermelést eredményezve: pl. termelésszabályozás és/vagy horizontális kutak és/vagy kútsűrítés és/vagy rétegrepesztés alkalmazása minden eljárásnál lehetséges, és valóban alkalmazzák is ezeket a megoldásokat.

## 2.2. A művelési eljárások jellemzése

### 2.2.1. Természetes energiás kitermelési eljárások (elsődleges)

Ebben az esetben rétegenergiával, tehát külső energia alkalmazása nélkül történik a termelés. A termelés okozta nyomáscsökkenés miatt a póruster zsugorodik, a kőolaj térfogata – az oldott gáz kiválását is figyelembe véve – nő, expandál a gázsapka, és az aquiferből víz áramlik a kőolajat tároló pórusokba. Mindezek külön-

külön vagy együttesen meghatározzák a kitermelhető kőolaj mennyiségét.

A természetes energiás művelés osztályozásának kialakult módszere van, és ez a következő:

- kompakcióval,
- oldott gázzal (belső gázzal végzett kizsorítás),
- gázsapka-expanzióval (külső gázkizsorítás),
- vízkizsorítással külön-külön vagy együttesen.

Az utóbbit nevezik kombinált működési mechanizmusnak.

A kőolajtermelés mennyisége mechanizmusonként más és más, általában kijelenthető, hogy a kőolajtermelés mennyisége növekvő sorrendben: kompakció, oldottgázhajtás, gázsapka-expanzió, és rendszerint vízkizsorítás esetén a legnagyobb a kitermelt mennyiség.

A rezervoármérnök feladata felismerni ezeket a mechanizmusokat, és beavatkozni a hatásmechanizmusok módosításával a kőolajtermelés növelése érdekében úgy, hogy pl. alapvetően külső gázhajtás és/vagy vízkizsorítás érvényesüljön.

### 2.2.2. Klasszikus víz- és/vagy gázbesajtolás (másodlagos)

Ez a többlettermelés legkiforrottabb és leginkább alkalmazott módszere, amikor is külső energia segítségével gázt és/vagy vizet sajtolnak be, s ez a pórusokból a kis és közepes viszkozitású olajat jó hatásokkal szorítja ki. Természetesen erre akkor kerül sor, ha az olajtelep víztestmérete kicsi és/vagy nem rendelkezik elegendő nagy gázsapkával. Általában kijelenthető, hogy a gyakorlatban megvalósított esetekben a természetes energiás műveléshez képest a kőolajtermelés 1,5–2-szerese lesz, ha víz- és/vagy gázbesajtolást alkalmazunk. Ez a többleteredmény igen jelentős. Ezért ahol ez szükséges és lehetséges, ezeket az eljárásokat alkalmazzák.

Az elsődleges és másodlagos módszerek elválasztása éles határokkal nem lehetséges, mivel előfordulhat olyan eset is, amikor kedvező telepparaméterek esetén elegendő a rétegenergia is, így besajtolásra nincs szükség.

### 2.2.3. Bonyolult hatásmechanizmusú (harmadlagos – EOR) művelési eljárások

Ebben az esetben, az előzőekben ismertetett hatásmechanizmusok mellett vagy helyett más hatásmechanizmusok is érvényesülnek a kőolaj-kitermelés növelése céljából úgy, hogy elegendő gázokat vagy termikus energiát, illetve kémiai anyagokat sajtolnak be.

# A részhatásfokokat befolyásoló tényezők

1. táblázat

| Paraméterek  | $\eta_A$ | $\eta_V$ | $\eta_D$ |
|--|----------|----------|----------|
| Mobilitási arányszám                                       | +        | +        | +        |
| Kapilláris erő (határfelületi feszültség, nedvesíthetőség) | -        | -        | +        |
| Heterogenitás  | +        | +        | -        |
| Kiszorító fluidum kumulatív mennyisége                     | +        | +        | +        |
| Kúthálózat   | +        | -        | -        |
| Kútkiképzés  | -        | +        | -        |

Az EOR-(Enhanced Oil Recovery) eljárások hatásmechanizmusának megértéséhez elemezni kell a (6) összefüggést. Ha a kiszorítási hatásfokhoz hasonlóan vizsgáljuk a területi és vertikális hatásfokot, akkor a nyomásfenntartásos művelési eljárások eredményességét az 1. táblázatban feltüntetett paramétereken keresztül befolyásolhatjuk (Pápay J., 2003).

Ha valamilyen módon a területi, vertikális vagy kiszorítási hatásfokot külön-külön vagy együttesen növeljük, akkor a kitermelt olaj mennyisége is növekszik. Ezen alapszik az EOR-művelési eljárások többletolajat termelő hatása. Megjegyezzük azt, hogy a táblázat utolsó három sorában lévő hatásfok-növelési lehetőség a klasszikus művelési eljárásoknál is alapvető, így ezekkel itt nem foglalkozunk. Az 1. táblázat nem más, mint az olajtermelés táblázatos formában megfogalmazott algoritmus.

## EOR-módszerek hatásmechanizmusa

| Művelési eljárás |                      |   | Mobili-<br>tási arány-<br>szám<br>csökkentése | Sor-<br>csökken-<br>tése | Pórus-<br>szerkezet<br>módosítása | Növelt<br>részhatás-<br>fok                   | Megjegyzés  |
|------------------|----------------------|---|---|--------------------------|-----------------------------------|---|---|
| 1.               | Gázos<br>elegyedő    | LPB,<br>dúsgáz,<br>CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> ,<br>füstgáz stb. |   | ++                       |                                   | $\eta_M$                                      | A határfelületi<br>feszültség<br>csökkentése  |
| 2.               | Termikus             | Melegvíz  | +   |                          |                                   | $\eta_A; \eta_V;$<br>$\eta_D^*$               | Az olajviszkozitás<br>csökkentése   |
|                  |                      | Gőz   | ++  | +                        |                                   | $\eta_A; \eta_V;$<br>$\eta_D^*$<br>$\eta_M$   | Az olajviszkozitás és<br>a határfelületi feszült-<br>ség csökkentése  |
|                  |                      | Föld alatti<br>égetés   | ++  | ++                       |                                   | $\eta_A; \eta_V;$<br>$\eta_D^*$<br>$\eta_M$   | Az olajviszkozitás és<br>a határfelületi feszült-<br>ség csökkentése  |
| 3.               | Kémiai<br>elárasztás | Polimer   | ++  |                          | +                                 | $\eta_A; \eta_V;$<br>$\eta_D^*$               | A vízviszkozitás növe-<br>lése és a pórusszer-<br>kezet módosítása  |
|                  |                      | Micellaris –<br>polimer   | (+)   | ++                       | (+)                               | $(\eta_A; \eta_V;$<br>$\eta_D^*)$<br>$\eta_M$ | A határfelületi feszült-<br>ség csökkentése (a víz-<br>viszkozitás növelése<br>és a pórusszerkezet<br>módosítása) |
|                  |                      | Lúgos   |   | +                        |                                   | $\eta_M$                                      | A határfelületi feszült-<br>ség csökkentése és<br>nedvesítés-változtatás  |

2. táblázat

Gázos elegyedő eljárásoknál rendszerint könnyű olajat szorítanak ki – a kiszorító gáz összetételétől függően – általában nagy nyomáson, amikor is az olaj és a gáz elegyedik egymással. A kiszorító elegyedő gázt rendszerint víz és/vagy (kisebb értékű) gáz besajtolása követi. Az elegyedés miatt  $\eta_M$  nő, és így az olajtermelés is növekszik.

Termikus eljárásokkal a felszínen (melegvíz-, gőz-besajtolás) illetve a telepben (föld alatti égetés) előállított hőenergiával a kőolaj viszkozitását csökkentik, azaz a mobilitás viszonyokat javítják (melegvíz, gőz, föld alatti égetés), illetve a gőzbesajtoláskor és föld alatti égetéskor ezenkívül a mobilizációs hatásfokot ( $\eta_M$ ) növelik úgy, hogy a maradék olaj telítettségét csökkentik. Ezek a hatások összességükben többleteredményt hoznak.

Polimeres elárasztási módszerekkel a besajtoló víz „viszkozitását” növelik, és a moderáltan heterogén tárolót homogenizálják, így a vízelárasztás hatásfokát növelik, ami a kevésbé elvizesedett tárolóban olajtermelési többletet eredményez. A micelláris-polimeres elárasztás esetén alapvetően a mobilizációs hatásfokot (micelláris oldat) növelik, ennek a végeredménye a többletolaj termelése. Lúgos módszereknél a többlettermelés a mobilizációs hatásfok növelésén alapul (2. táblázat) [Pápay J., 2003, 2004 Budapest].

### 2.3. A művelési eljárások alkalmazhatóságának műszaki és gazdasági feltételei

Ahhoz, hogy megértsük a bonyolult hatásmechanizmusú (EOR-) módszerek alkalmazhatóságának feltételeit, a megvalósításuk realitását, ismerni kell a klasszikus módszerek (természetes energiás művelés, hagyományos víz- és/vagy gázbesajtolás) alkalmazhatóságának feltételeit is. Ezek összehasonlítása teszi lehetővé az eljárások értékelhetőségét. Mivel minden művelési eljárás profittermelő tevékenység, ezért az értékelés alapja az olajtermelésben szerepet játszó hatásmechanizmusok meghatározása, és ezeknek az olajtermelésben való részvételének kvantitatív jellemzése.

Minden hatásmechanizmus megvalósítása pénzügyi befektetést igényel, és minden egyes hatásmechanizmusnak más és más a termelésben való részvételi aránya, s ez rezervoármérnöki eszközökkel meghatározható. Ha a többletráfördítést a többleteredménnyel szembeállítjuk, akkor a vizsgálandó technológia realitása meghatározható. Csak ezzel a módszerrel tudjuk felmérni a kitermelési technológia és a pénzügyi befektetés realitását. Tehát a technológia korrekt megítélése érdekében az egyes kiszorító mechanizmusok megvalósításához szükséges (rész-) ráfordításokat kell az egyes mechanizmusok okozta (rész-) eredményekkel (olajtermelési többlettel) szembeállítani, azaz a ráfordítások és eredmények átlagolása, összevonása tilos és kerülendő.

Az eddigi kutatások elemzése és számos irodalom feldolgozása alapján a 3. táblázatban szemléltetjük *Pápay J.* után (2004, Budapest) a különféle művelési eljárások alkalmazhatóságának feltételeit. A 3. táblázat *Taber J. J., Martin F. D., Seright R. S.* (1997) adatainak elemzésén és a táblázatos feldolgozásuk módosításán alapszik. Az összehasonlító elemzés miatt Taber és társaitól eltérően fontosnak tartottuk a klasszikus eljárások megvalósítási feltételeinek bemutatását is. Megállapítható, hogy szinte minden egyes paramétertartománnyal rendelkező kőolajtelepre van kidolgozott, a klasszikus módszerekhez képest hatásfoknövelő eljárás, de az egyes művelési eljárások alkalmazhatósága – figyelembe véve a kőolajtelepek paramétereinek nagymértékű változékonyságát, a többféle litológiát, valamint a kőolaj és a besajtoló fluidumok lehetséges tulajdonságait – meglehetősen szűk. A litológiát tekintve a homokkő tárolókra legszélesebb a hatásfoknövelő művelési eljárások választéka. Ezzel magyarázható az, hogy az alkalmazandó eljárások igen széles körében folyik a tudományos-műszaki alap- és alkalmazott kutatás.

Néhány szót kell szólni az egyes művelési eljárások alkalmazását korlátozó tényezőkről is. Általában kijelenthető, hogy a bonyolult tárolófelépítés (nagy hetero-

genitás, ismeretlen irányítottságú és dimenziójú repedésrendszer stb.), kedvezőtlen klimatikus és/vagy terpviszonyok (tengeri mezők, permafrost területeken elhelyezkedő telepek stb.), relatívan kis földtani vagyó-  
nű tárolók stb. nem kedveznek egyik művelési eljárásnak sem, de különösen problematikusá teszik a külső energia segítségével végzett művelési eljárások alkalmazását. Eltekintve ezektől, a következőkben eljárásokként számba vesszük a művelési technológia alkalmazását korlátozó tényezőket.

A klasszikus művelési eljárásokra az egyedüli korlátozó tényező a kőolaj viszkozitása, a kedvezőtlen mobilitási arányszám (és a rendkívül kis permeabilitás:  $<0,1-1$  mD).

Az EOR-módszerek alkalmazhatósági feltételei módszerenként mások és mások:

A gázos elegyedő módszerek könnyű olajat és közepes, illetve nagy kiszorítási nyomást lehetővé tevő telepek esetén alkalmazhatók az elegyedési nyomás feltételeinek biztosítása miatt, gyakorlatilag a litológiától függetlenül.

A termikus technológia általában kis és közepes mélységű, nagy porozitású (rendszerint) homokkő, jó áteresztőképességű, valamint közepes és nagy viszkozitású olajat tartalmazó tárolók esetén javasolható. A hőveszteség miatt a tároló effektív vastagságának ( $h > 20-10$  ft), a kőzet fajlagos olajtartalmának ( $\Phi S_o > 0,08-0,1$ ) és a transzmisszibilitásnak ( $T > 50-20$  mDft/cP) egy bizonyos értéket meg kell haladnia, attól függően, hogy a technológia gőzelárasztás vagy pedig föld alatti égetés. Általában ott alkalmazzák a termikus módszereket, ahol a klasszikus módszerek nem adnak jó eredményt a kedvezőtlen mobilitási arányszám miatt. A szigorodó környezetvédelmi előírások sem kedveznek a termikus módszereknek (elsősorban a gőzelárasztásnak).

A kémiai módszerek alkalmazását korlátozza a kémiai oldatok termikus, a kőzet agyag- és kétértékű kation- (kalcium-, magnézium-) tartalma okozta degregáció és adszorpció stb. Ezért általában tiszta, homogén (kivétel polimer), jó áteresztőképességű homokkőekre javasolható technológia, amikor is az olaj viszkozitása és a telep mélysége kicsi vagy közepes. A mélységkorlátot a kémiai anyagok hőmérséklet miatti degregációja okozza.

A világirodalom feldolgozása alapján az egyes eljárások többleteredményét a vízelárasztásos technológiához viszonyítva a 4. táblázatban szemléltetjük [*Pápay J.*, 2003]. A 4. táblázat összeállításához a szerző *Chu C.* (1977, 1982, 1983, 1985, 1987); *Chang H. L.* (1978); *Lake L. W., Pope G. A.* (1979); *Farouq A. S. M., Meldau R. F.* (1979); *Holm L. W.* (1980); *Mayer E. H., Berg R. L., Carmichael J. D., Weibrandt R. M.* (1983);



| Művelési eljárás  | Formáció-típus                | S <sub>o</sub><br>-         | K<br>mD                   | Mélység                       |           |               | Olajvisz-<br>kozítás<br>cP             |
|---|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------|---------------|--|
|   |                               |                             |                           | H<br>ft                       | Pr<br>bar | Tr<br>°F      |  |
| Természetes energiás művelés (elsődleges)   |                               |                             |                           |                               |           |               |  |
| Rezervoár-energiával való művelés   | NC                            | > 0,4–0,5<br>(0,7–0,8)      | > 0,1–1<br>(>10)          | NC                            | NC        | NC            | <300<br>(< 10)                         |
| Klasszikus víz- és gázbesajtolás (másodlagos)   |                               |                             |                           |                               |           |               |  |
| Nyomásfenntartás nem elegendő fluidomok besajtolásával  | NC                            | > 0,5–0,6<br>(0,7–0,8)      | > 0,1–1<br>(>10)          | NC                            | NC        | NC            | <300<br>(< 10)                         |
| Bonyolult hatásmechanizmusú (harmadlagos – EOR) eljárások   |                               |                             |                           |                               |           |               |  |
| Elegendő gázbesajtolás  |                               |                             |                           |                               |           |               |  |
| Egylépcsős elegyedés<br>(C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub> )   | (NC)***                       | >0,3<br>(0,7–0,8)<br>[0,8]  | > 0,1–1<br>(>10)          | (NC)                          | >100      | (NC)          | <5<br>(< 0,5)<br>[0,2]                 |
| Kondenzációs többlépcsős elegyedés<br>(C <sub>1</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub> ) | NC****                        | >0,3<br>(0,7–0,8)<br>[0,75] | > 0,1–1<br>(>10)          | (NC)                          | >150      | (NC)          | <5<br>(< 0,5)<br>[0,5]                 |
| Vaporizációs többlépcsős elegyedés (CO <sub>2</sub> )   | NC                            | >0,3<br>(0,7–0,8)<br>[0,55] | > 0,1–1<br>(>10)          | (NC)                          | >180      | (NC)          | <10<br>(< 1)<br>[1,5]                  |
| Vaporizációs többlépcsős elegyedés<br>(C <sub>1</sub> ,N <sub>2</sub> , füstgáz)                        | NC                            | >0,3<br>(0,7–0,8)<br>[0,75] | > 0,1–1<br>(>10)          | (NC)                          | >300      | (NC)          | <5<br>(< 0,5)<br>[0,2]                 |
| Termikus elárasztás   |                               |                             |                           |                               |           |               |  |
| Gőzelárasztás**   | Nagyporozitású homok, homokkő | >0,4<br>(0,7–0,8)<br>[0,72] | >200<br>(>1000)<br>[2540] | <4500<br>(400–4500)<br>[1500] |           | NC            | <200 000>150<br>(100–10 000)<br>[4700] |
| Föld alatti égetés**  | Nagyporozitású homok, homokkő | >0,5<br>(0,7–0,8)<br>[0,66] | > 200<br>(>500)           | <11 500<br>[3500]             |           | >100<br>[135] | <1000<br>(10–1000)<br>[1200]           |
| Kémiai elárasztás   |                               |                             |                           |                               |           |               |  |
| Polimer   | homokkő                       | >0,5<br>[0,80]              | >20<br>[800]              | (NC)                          | (NC)      | <200<br>[123] | <150>10<br>(1*–150)<br>[85]            |
| Micelláris-polimer  | homokkő                       | >0,35<br>[0,53]             | >20<br>[450]              | (NC)                          | (NC)      | <175<br>[95]  | <35<br>[6]                             |
| Lúgos   | homokkő                       | >0,35<br>[0,53]             | >20<br>[450]              | (NC)                          | (NC)      | <200          | <200<br>[15,5]                         |

## Megjegyzések:

( ) kedvező paraméter

[ ] a jelenlegi alkalmazás átlaga

\* ha „csak” a heterogén tároló homogenizálása a feladat

\*\* minimális rétegvastagság &gt;10–20 ft (égetés, illetve gőz)

\*\*\* nem nagyon kritikus

\*\*\*\* nem kritikus

| Művelési eljárás                          | Az adatok száma | Többletkihozatal, % | Megjegyzés   |
|---|-----------------|---------------------|--|
| Elegyedő gázbesajtolás                    |                 |                     |  |
| Egylépcsős elegyedés (CH)                 | 9               | 9,9<br>(3,5–19)*    |  |
| Kondenzációs elegyedés (CH)               | 4               | 10,9<br>(3,1–27)    |  |
| Vaporizációs elegyedés (CH)               | 10              | 8,6<br>(2–18)       |  |
| Vaporizációs elegyedés (CO <sub>2</sub> ) | 23              | 12,2<br>(7,1–22)    |  |
| Termikus elárasztás                       |                 |                     |  |
| Gőzelárasztás                             | 13              | 38<br>(8–63)        | Az alkalmazott esetekben<br>a klasszikus eljárások<br>átlagos kihozatala 10,5% |
| Föld alatti égetés                        | 16              | 33,4<br>(11,6–68)   |  |
| Kémiai elárasztás                         |                 |                     |  |
| Polimer                                   | 33              | 6,3<br>(0–30)       | Becsült kezdeti<br>telítettség alapján   |
| Micelláris – Polimer                      | 22              | 13<br>(0–31)        |  |
| Lúgos                                     | 9               | 2,1<br>(0–8)        |  |

\* a zárójelben lévő számok az intervallumhatárok

Stalkup Jr. F. I. (1984); Needham R. B., Doe P. H. (1987); Brock W. R., Bryan L. A. (1989); Randall T. (1993); Bíró Z., Pápay J., Gombos Z. (1999); Turta A. T., Singhal A. K. (2001) adatait dolgozta fel és elemezte. A táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a többletkihozatali intervallum nem kicsi, tehát a megvalósítás során alapvető a műszaki-technológiai kutatómunka, technológia gondos kiválasztása (szűrés) és hatékony rezervoármenedzselés.

A többletolaj önköltségét a vízelárasztáshoz viszonyítva az 1990-es árszinten Simandoux P., Champton D. és Valentin E. adatai alapján átdolgozva (Pápay J., 2003) az 5. táblázat mutatja. Megállapítható, hogy a nagy kihozatalú ígérő eljárások, az ún. bonyolult hatásmechanizmusú módszerek fajlagos önköltsége a legna-

**EOR-eljárások végső kihozatala és relatív költsége a vízelárasztáshoz képest**

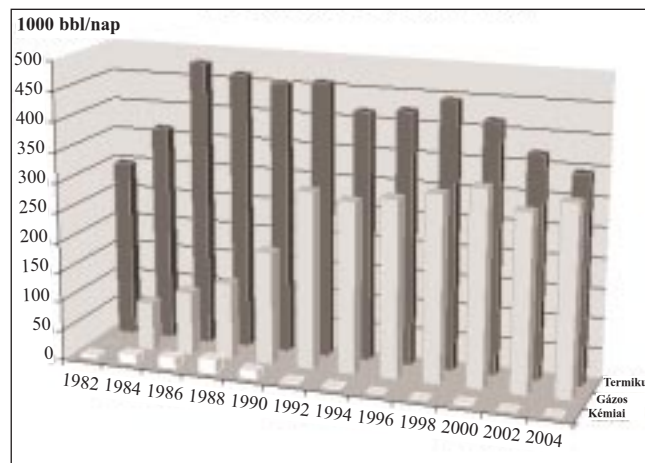
**5. táblázat**

| Művelési eljárás             | Végső kihozatal, % | Relatív költség - |
|------------------------------|--------------------|-------------------|
| Természetes energiás művelés | 5–25               | 0,5–0,8           |
| Vízbesajtolás                | 32                 | 1,0               |
| CO <sub>2</sub> -besajtolás  | 41                 | 4,7               |
| Termikus                     | 37                 | 4,0               |
| Polimer                      | 39                 | 3,3               |
| Micelláris                   | 52                 | 7,9               |

gyobb, amely végül is a módszerek ipari alkalmazásának lehetőségét is meghatározza.

Ha az USA gyakorlatát etalonként elfogadjuk az egyes művelési eljárások alkalmazhatóságát illetően, akkor az Oil and Gas Journal (2004) adatai szerint a 2. ábra szemlélteti a bonyolult hatásmechanizmusú (EOR- vagy kiemelt hatékonyságú) módszerek termelt olajmennyiségét. Megállapítható, hogy az EOR-eljárásokkal kitermelt olaj mennyisége 2000-ig folyamatosan nőtt, majd ezt követően lassan csökken.

A termikus művelés esetén a termelés zömét a kaliforniai gőzelárasztás adja, ez már érett stádiumba ke-



**2. ábra: EOR-termelés az USA-ban**

rült, így ennek eredményeként lassan a termelt kőolaj mennyisége fokozatosan csökken. A termikus módszerek között melegvízzel és föld alatti égetéssel kitermelt olaj mennyisége kisebb, mint 1–1%.

A gázélarasztásos módszerek ( $2/3 \text{ CO}_2$ ,  $1/3 \text{ CH}_4$ ) által termelt olaj mennyisége 10 éves állandó ütem után jelenleg és a jövőben is várhatóan nő. Ez elsősorban a  $\text{CO}_2$ -s eljárás üzemi alkalmazása számának növekedéséből adódik, amit jelentősen elősegít a  $\text{CO}_2$ -nek a környezetvédelem miatti geológiai szerkezetekbe való elhelyezése, visszasajtolása, amit olajtermeléssel is kombinálnak. A kémiai eljárások alkalmazása az Egyesült Államokban csak potenciális lehetőség, mivel jelenleg ipari alkalmazásról nem beszélhetünk a nagy önköltség miatt.

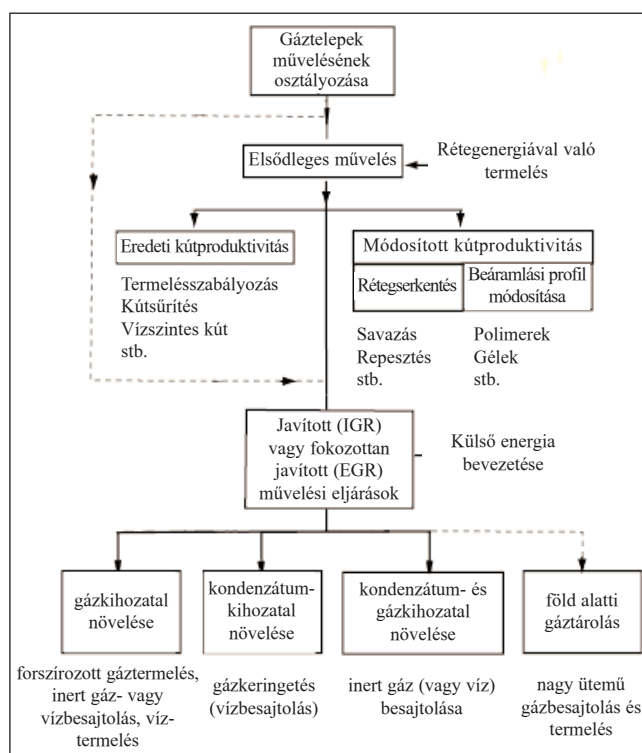
Egy-egy eljárás eredményessége nem csak a műszaki sikerességtől függ, mivel nem lehet attól elvonatkoztatni, hogy a megvalósítás milyen gazdasági környezetben történik, és azt gazdaságilag miként értékelik. Ezért nagyon nehéz a különböző gazdasági feltételek között alkalmazott eljárásokat egységes adatbázisba beépíteni és referenciaként felhasználni. Meg kell jegyezni azt, hogy Kínában sikerült a polimeres elárasztást nagy méretben sikeresen megvalósítani (Yuan Shiyi, Hang Dong, 2004). Ezeket az eredményeket a kritikus szakma türelmetlenül várja. Vélhetően Kínában a polimeres elárasztás ipari alkalmazását illetően áttörés született.

### 3. Földgáztelepek kitermelési eljárásai és a hatékonyságuk

A XXI. századot metánkorszaknak nevezik, tekintettel arra, hogy ebben az évszázadban egyre nagyobb lesz a részaránya a földgáznak a természetes előfordulású szénhidrogének mint energiahordozók között. Várhatóan 2020-ra a földgáztermelés kőolaj-egyenértékben meghaladja az olajtermelés mennyiségét, és ezt követően egyre nagyobb lesz a részaránya.

#### 3.1. Földgáztermelő eljárások osztályozása

A földgáztermelő eljárások osztályozását a 3. ábra szemlélteti (Pápay J., 1997, 2003). A földgáztelepeket aszerint osztályozzuk, hogy a művelésük a földtani adottságokból származó természetes energiákkal, vagy pedig valamilyen oknál fogva a tárolókba kívülről alkalmazott energia segítségével történik. A külső energiát alkalmazhatjuk földgázkihozatal és/vagy kondenzátumkihozatal növelése céljából. A külső energia felhasználásának egy speciális formája az energiahordozó tárolása, másképpen a föld alatti gáztárolás, amellyel itt nem foglalkozunk. Az 1. és 3. ábra összehasonlításából megállapítható, hogy a kőolaj-kitermelő eljárások a



3. ábra: Földgáztermelő eljárások osztályozása

fluidumok eltérő fizikai, kémiai tulajdonságai miatt sokkal bonyolultabbak, és így nyilvánvalóan költségeesebbek is.

#### 3.2. Művelési eljárások jellemzése

A művelési eljárások jellemzése és a hatékonyságuk növelése csak a telepek hidrodinamikai rendszerének és fázisviselkedésének alapján lehetséges. Pápay J. (1986, 1996, 1997, 1999, 2003) a földgáztelepeket a hidrodinamikai rendszer alapján a következő módon csoportosította: zárt telep, részleges, intenzív és merev víznyomású földgáztelep.

A fázisviselkedés alapján a földgáztelepek jól ismert csoportosítása a következő: száraz, nedves gázcsapadékot tartalmazó földgáztelep.

A művelési technológia megvalósításához mind a telepek hidrodinamikai, mind pedig fázisviselkedését figyelembe kell venni. Ha a fázisviselkedés szempontjából csak azt tekintjük, hogy van-e a telepben kondenzáció vagy nincs, akkor a művelési technológia szempontjából nyolc földgázteleptípust kell vizsgálni, és aszerint kell a kitermelési eljárást kiválasztani és telepíteni.

##### 3.2.1. Természetes energiás kitermelési eljárások

A természetes energiás művelési eljárások hatékonyságát meghatározza a gázteleppel hidrodinamikai kapcsolatban lévő aquifer nagysága és intenzitása. Minél nagyobb nyomáson árasztja el a tárolót a víz, annál na-

gyobb a gázvesztés, mivel a nagy nyomáson lefűződött gáz normális térfogatra átszámolva nagyobb veszteség, mint a kis nyomáson lefűződött. Kőolajtelep esetén ennek fordítottja igaz: minél több víz áramlik a tárolóba, annál több olajat szorít ki. Az 1. pontban elmondottak szerint a földgáztelepek kitermelési hatékonysága jóval nagyobb, mint a kőolajtelepeké.

A művelés hatékonyságát a földgáztelepre jellemző kihozatali tényezőt levezethetjük a (6) összefüggésből a következők figyelembevételével:

- földgáz esetén  $M \ll 1$ , így  $\eta_D = \eta_M$ ,
- a felhagyási nyomás befolyásolja a kihozatalt,
- a földgáz teleptérfogati tényezője a gáztörvény segítségével analitikusan kifejezhető.

Ezzel a megfontolásokkal Pápay J. (1986, 1996, 1997, 1999, 2003) a következő egyenletet származtatta:

$$\eta = 1 - (1 - \eta_w \eta_D \nu) \frac{z_i}{z} \frac{p}{p_i}, \quad (9)$$

ahol:  $\eta$  – gázkihozatal,

$\eta_w$  – beáramlott víz térfogatelárasztási hatásfoka,

$\eta_D = \eta_M = (S_{gi} - S_{gr}) / S_{gi}$ ,

$\nu$  – a vízelárasztás mértéke ( $0 \leq \nu \leq 1$ ), ha

$\nu = 0$ , akkor a telep zárt,

ha  $\nu = 1$ , akkor a víz a telepet teljesen elárasztotta,

$S_{gi}$  – kezdeti gáztelítettség,

$S_{gr}$  – maradék gáztelítettség,

$p_i$  – kezdeti rétegnyomás,

$p$  – aktuális vagy felhagyási nyomás,

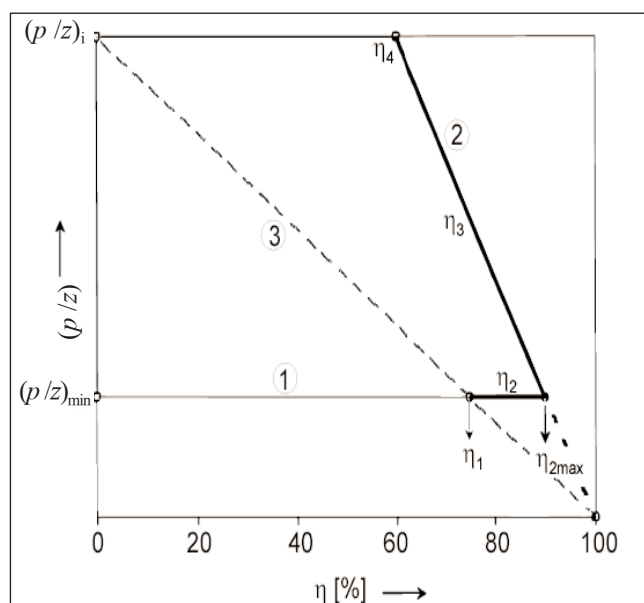
$z_i$  – a gáz eltérési tényezője kezdeti nyomáson,

$z$  – a gáz eltérési tényezője aktuális vagy felhagyási nyomáson.

A (9) összefüggés bármely hidrodinamikájú rendszerre megadja a kihozatali tényezőt. A földgáztelep művelése vagy azért fejeződik be, mert a rétegnyomás minimálisra csökken, vagy pedig azért, mert teljesen elvizesedik. A (9) egyenlet alapján meghatározható a telepek hidrodinamikai rendszerétől függő kihozatali háromszög: 4. ábra [Pápay J., 1997, 1999, 2003]. A földgáztermelés abbamarad, mivel a telepnyomás minimális (1. horizontális) vagy teljesen elvizesedik (2. ferde vonal). A 3. vonal jellemzi zárt telep esetén a kihozatal –  $p/z$  összefüggését. Az  $\eta_1$ – $\eta_{2max}$ – $\eta_4$  végpontok jelölik a kihozatali háromszöget, ahol is:  $\eta_1$  zárt telep esetén a kihozatal,  $\eta_2$  a részleges- ( $0 < \nu < 1$ ),  $\eta_3$  az intenzív ( $\nu=1$ ),  $\eta_4$  a merev víznyomású telep kihozatali tényezője ( $\nu=1$ ).

### 3.2.2. Külső energia felhasználásával (IGR, EGR) megvalósított művelési módszerek

Ha a földgáztelep víznyomásos, akkor a rétegnyomás csökkentésével – lásd a (9) összefüggést, vagy a 4. ábrát – a kihozatal nő. A rétegnyomás csökkentését,



4. ábra: Végző kihozatali „háromszög”

amint a (10) egyenlet is mutatja [Pápay J., 1969–70, 1970, 1999, 2003], a beáramló víz kitermelésével és/vagy a gáztermelési ütem növelésével érhetjük el:

$$\frac{p}{z} = \frac{Q_i - \int q(\tau) d\tau}{V + W_p(\tau) - W_e(\tau)} \frac{p_0}{z_0} \frac{T}{T_0} \quad (10)$$

ahol:  $p$  – a rétegnyomás értéke  $t$  időpontban,

$z, z_0$  – eltérési tényező réteghőmérséklet-nél (aktuális rétegnyomáson), illetve referenciaállapotban,

$T, T_0$  – réteghőmérséklet, illetve referencia-hőmérséklet,

$Q_i$  – kezdeti földtani gázvagyon,

$q(\tau)$  – a gázkivétel üteme,

$V$  – gázos porüstérfogot,

$W_p(\tau)$  –  $t$  időpontig kitermelt víz kumulatív mennyisége,

$W_e(\tau)$  – aquiferből  $t$  időpontig beáramlott víz kumulatív mennyisége,

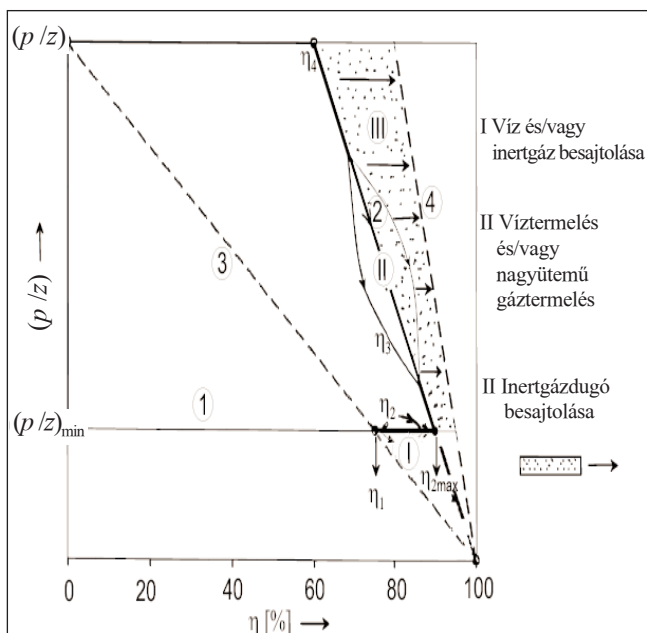
$\tau$  – termelési idő.

Ha a gáztelep igen nagy és intenzív víztesttel rendelkezik, akkor nagyon sok vizet kellene kiemelni ahhoz, hogy rétegnyomás csökkentéssel mozgóképessé tegyük a lefűződött gázt, tehát az eljárás gazdaságtalan. Ha a víztest kevésbé aktív, akkor a vízkiemelés alig ad többletgáztermelést. Tehát a közepesen intenzív aquiferrel rendelkező gáztelepek esetén alkalmazható a víztermeléssel végzett kihozatalnövelés.

A gáztermelés növelése során a víznek nincs elegendő ideje ahhoz, hogy a telepet nagy nyomáson eláraszsa, így a gázkihozatal nő. A megcsapolási ütem növelésének van műszaki és gazdasági korlátja. A műszaki korlát a telep heterogenitása lehet, a gazdasági korlátot a kiépítendő termelőkapacitás hatékony kihasználása jelentheti.



Az 5. ábrán [Pápay J., 1997, 1999, 2003] szemlél-  
tetjük a gázkihozatalt növelő eljárások megvalósítási  
realitásának sorolását, a jelenlegi ismereteink szerint.



5. ábra: EGR/IGR-módszerek alkalmazása

Ha a telep zárt vagy igen kevés víz áramlott be, akkor inertgáz- és/vagy vízbesajtolással a maradék gáz (összefüggő gázbuborék) 50–60%-a még kitermelhető, tehát a kihozatal tovább növelhető. – I. Ha a telep közepesen intenzív aquiferrel rendelkezik, akkor vízkiemeléssel és/vagy intenzív gáztermeléssel a kihozatal tovább növelhető. – II. Ha a telep leművelése során a víz teljesen elárasztja a gáztelepet, különösen merev víznyomás esetén akkor a beáramló víz elé inertgázdugó besajtolása a lehetséges technológia a gázkihozatal növelésére. – III. A 4 ferde szaggatott vonal jelzi a hidrodinamikai rendszertől függő elméleti maximális kihozatalt.

#### EGR/IGR földgázkitermelő eljárások mechanizmusa

| Művelési eljárás                              | Nyomás-<br>fenntartás                             | Nyomás-<br>csökkentés | $S_{rg}$<br>csökkentése | Megjegyzés   |
|---|---|-----------------------|-------------------------|--|
| 1. Gázkihozatal<br>növelése                   |   |                       | ++                      | Inertgáz besajtolása merev és intenzív vízbeáramlás esetén                         |
|   |   | ++                    |                         | Nagyütemű gáz- és/vagy víztermelés intenzív vízbeáramlás esetén                    |
|   |   |                       | ++                      | Inertgáz és/vagy víz besajtolása zárt és/vagy részleges víznyomású gáztelep esetén |
| 2. Kondenzátum-<br>kihozatal növelése         | ++  |                       | (+)                     | Szóanyag (vagy víz) besajtolása  |
| 3. Gáz- és kondenzátum-<br>kihozatal növelése | ++  |                       | ++                      | Inertgáz (és/vagy víz) besajtolása   |
| 4. Föld alatti gáz tárolása                   | Megjegyzés: „energiatárolás”<br>speciális formája |                       |                         | Nagy ütemű gáztermelés és besajtolás   |

Ha a telep gázcsapadéktelep és retrográd kondenzációra kell számítani, akkor ez nyomásfenntartásos műveléssel megakadályozható, akár CH<sub>4</sub>-gáz (szárazgáz) vagy inertgáz, esetleg víz besajtolásával. Szárazgáz (kondenzátummentesített sajátgáz) besajtolása a kondenzátumkihozatal, inertgáz besajtolása mind a gáz, mind a kondenzátum kihozatalának növelését eredményezi. A különböző eljárások hatásmechanizmusát a 6. táblázat [Pápay J., 2003] foglalja össze.

### 3.3. A művelési eljárások alkalmazhatóságának műszaki és gazdasági feltételei

Amíg a kőolajtelepek esetén igen jó adatbázis áll a különféle művelési technológiák kvantitatív jellemzésére (Oil and Gas Journal, USA Department of Energy adatbázisa), addig ez a földgáztelepekre nem mondható el.

Ettől függetlenül a földgáztelepekre megvalósított kihozatalnövelő eljárások kiértékelései, valamint az elméleti számítások alapján megbecsülhetők a várható eredmények.

Schafer P. S., Hower T., Owens R. W. (1993) 11 gázmező termelése alapján egy korrelációs diagramot közöl arra vonatkoztatva, hogy víztermeléssel és/vagy intenzív csapolással mekkora a várható többletkihozatal. A diagramot összevontan táblázatos formában közöljük, 7. táblázat [Pápay J., 2003].

Pápay J. (1999) elméleti számításokkal megbecsülte, hogy víztermeléssel 1 m<sup>3</sup> víz kitermelése esetén 6–20 m<sup>3</sup> a kitermelhető gáz mennyisége. Ha a telep zárt (vagy részleges víznyomású), akkor a felhagyási telepnymástól függően (15–30 bar) 1 m<sup>3</sup> víz besajtolása esetén 15–30 m<sup>3</sup> a többletgáz mennyisége. Inertgáz besajtolásával 1 m<sup>3</sup> inertgázzal kb. 0,5–1 m<sup>3</sup> jó fűtőértékű gázt termeltethetünk.

A gázcsapadék veszteségének megakadályozására

#### 6. táblázat

| Az aquifer típusa    | Többletkihozatal % |
|----------------------|--------------------|
| Gyenge vízbeáramlás  | 3                  |
| Közepes vízbeáramlás | 9                  |
| Erős vízbeáramlás    | 6                  |

alkalmazott nyomásfenntartásos technológia feltételeinek meghatározása sokkal bonyolultabb.

Tájékoztató adatként az eddig megvalósított technológiák és elméleti számítások alapján Pápay J. (1999, 2003) a gáz kondenzátumtartalmának alapján a nyomásfenntartásos művelési technológia realizálásának feltételeit a 8. táblázat szerinti tartományban jelölte ki.

Gázkeringetési technológia realizása

8. táblázat

| Az eljárás megvalósításának realizálása | A gáz kondenzátumtartalma, g/m <sup>3</sup> |
|---|---|
| Gazdaságtalan                           | <100  |
| A gazdaságosság kérdéses                | 100–400                                     |
| Gazdaságos                              | >400  |

Ha a technológia off-shore-on (tengeri mezőn) valósul meg, a kondenzátumtartalom intervallumhatárai a 8. táblázatban jelölt értékekhez képest megkétszereződhetnek.

#### 4. A művelési eljárások perspektívája

Az ismert készletek a jelenlegi termelés és fogyasztás esetén kőolajra 40, földgázra pedig 60 évig elegendőek, s ez az emberiség történetét tekintve nem hosszú időszak. A jelenleg gazdaságosan alkalmazható eljárásokkal átlagosan (figyelembe véve az eljárások hatékonyságát és részarányát a termelésben) a kőolajvagyon (O. O. I. P) 35%-át, a földgázvagyon (O. G. I. P) 80–85%-át tudják kitermelni.

Már régóta megkongatták a vészharangot a készletek végeessége miatt. Az elmúlt 50 év adatai alapján (Fischer P. A., 2004) látható az, hogy a készletek nagyságának növekedési üteme ezidáig mindig meghaladta a kitermelés növekedésének ütemét.

A készletellátottság növekedésének több lehetősége van:

- Új geológiai szerkezetek felkutatása általában az eddigiekhez képest kedvezőtlen geológiai, éghajlati és terepviszonyok között, megjegyezve azt, hogy a litológiai csapdák felkutatása még mindig problematikus.

- A nem konvencionális körülmények között felhalmozódott szénhidrogének kitermelése. A lehetőségek

korlátozottak, de gondoljunk az olajhomokra jelenleg kidolgozott SAGD- (steam assisted gravity drainage – gravitációs lecsapolás gőzelárasztással) technológiára, amit Kanadában alkalmaznak. Ezzel a megoldással Kanada Szaúd-Arábia után a második lett a világon készletellátottság tekintetében. Moritis G., 2004.

Technológiai fejlesztések segítségével a kutatási és mezőfejlesztési költségek 1/3-ra csökkentek, és az egy kútra jutó vagyon a hatszorosára nőtt. Felber B. J. (2003), Stosur G. J. (2003).

A meglévő művelési technológiák továbbfejlesztése. Hanzlik E. J., Mims D. J. (2003), Felber B. J. (2003).

A szakemberek integrált együttműködése (hatékony reservoirmenedzselés).

A fogyasztási szerkezet átalakítása, energiatakarékos technológiák alkalmazása, mivel nem lehet cél a felmerülő energiaigények minden áron való kielégítése stb.

A művelési hatékonyság növelésének jelentősége óriási, hiszen 1% kihozatalnövelés kőolaj-egyenértékben 6 milliárd m<sup>3</sup> kőolajat tartalmazó telep felfedezésének megfelelő, a világ jelenleg ismert szénhidrogénvagyonát figyelembe véve. Ez a szám egyértelműen igazolja azt, hogy a készletek növelése során kialakult „versenyfutásban” a legolcsóbb az értelmező és elemző munka.

Mindezek a lehetőségek végül is azt eredményezik, hogy a természetes előfordulású szénhidrogének a XXI. század közepéig minden bizonnyal az energiaellátás alapját adják, és szerepük a század végéig sem lesz elhanyagolható mértékű.

A következőkben az előzőekben részletesen megvizsgált művelési technológiák alapján kísérletet teszünk annak elemzésére – külön-külön a kőolajra és földgázra vonatkoztatva –, hogy az egyes művelési technológiáknak mi lesz a részarányuk a készletellátottságban.

##### 4.1. Kőolajtelepek művelési módszereinek várható szerepe a készletellátottságban

E tekintetben nincs egységes álláspont, a legszélsőségesebb nézetek nyilvánulnak meg. Egyik ilyen képtelen állítás például az, hogy ez idáig a kőolaj 1/3-át termelték ki, a maradék 2/3 megfelelő művelési technológiával hozzáférhető, a másik talán az, hogy 40 év múlva befejeződik a kőolaj termelése.

Stosur G. J. (2003) előre jelezte mind az USA-ra, mind pedig a világra vonatkoztatva 2050-ig az egyes művelési eljárások részvételi arányát a kőolajtermelésben, adatait két időpontban, a 9. táblázatban közöljük.

Látható, hogy a klasszikus művelési módszerek szerepe a továbbiakban is domináló. Legkisebb, de el nem hanyagolható mértékű az EOR-eljárásokkal kitermel-

|                   | VILÁG maximum*<br>EIA |       |      |       |      |       |
|-------------------|-----------------------|-------|------|-------|------|-------|
|                   | 2000                  |       | 2037 |       | 2050 |       |
|                   | USA                   | VILÁG | USA  | VILÁG | USA  | VILÁG |
| Elsődleges        | 37                    | 56    | 27   | 43    | 20   | 35    |
| Másodlagos        | 51                    | 40    | 57   | 47    | 62   | 51    |
| Harmadlagos (EOR) | 12                    | <4    | 16   | 10    | 18   | 14    |

\* maximális olajtermelés

hető olaj mennyisége. Az utóbbi esetben vélhetőleg a gázos módszerek adják a legtöbb olajtermelést, majd ezt követően a termikus és végül a kémiai eljárások.

Mivel a klasszikus művelési módszerek a legkevésbé érzékenyek a korlátozó feltételekre, ezért még a jövőben is a legáltalánosabban alkalmazzák őket. Speciális esetekben a kémiai eljárások ígérnek a legnagyobb termelési potenciált, de ipari bevezetésük elterjedése késik.

#### 4.2. Földgáztelepek művelési módszereinek várható szerepe a készletellátottságban

Mivel a földgáz viszkozitása nagyságrendekkel kisebb, a kompresszibilitása nagyságrendekkel nagyobb, mint a kőolajé, ezért a földgáz kitermelésének hatékonysága jóval nagyobb. Ez azt jelenti, hogy a földgáztelepek leművelése természetes energiával is általában jó hatásfokú. A művelés hatékonysága növelésének lehetőségeit a (9) és (10) egyenletek és az 5. ábra egyértelműen szemlélteti.

Sajnálatos módon a földgáztelepek művelésével kapcsolatosan nem rendelkezünk olyan adatbázissal, mint a kőolajtelepekre (Oil and Gas Journal, vagy DOE of USA), de nem is szükséges ahhoz, hogy megbecsüljük azt, hogy az egyes művelési módszereknek mi lesz a részvételi arányuk a termelésben.

A klasszikus földgáztelepek művelésében várhatóan továbbra is domináló a természetes energiával végzett művelés: kb. 90–95%, az energiabevittel végzett leművelés (EGR-, IOR-) részaránya hosszú távon sem fogja meghaladni az 5–10%-ot.

#### 4.3. A kitermelés várható hatékonysága

Ha a különféle művelési eljárások részarányát a termelésben az előzők szerint elfogadjuk, akkor várhatóan 50 éves időtávlatban:

- a kőolajtelepek átlagos kitermelési tényezője a jelenlegi 35%-ról 40%-ra emelkedik, ha ezt ezenkívül az egyes eljárások hatékonyságát kutató, elemző és értelmező munkával 5%-kal megnövelik, akkor sem fogja elérni az 50% átlagos kitermelési tényezőt;

- a földgáztelepek kitermelési hatékonysága számottevően nem emelkedik, továbbra is domináló lesz a természetes energiával végzett művelés.

### Összefoglalás

a) A kőolaj- és földgáztelepek különféle művelési eljárásainak hatásmechanizmusa egységes elméleti alapon levezethető, és hatékonysága reálisan értékelhető.

b) Az adott kitermelési eljárás hatékony realizálása csak a művelési módszerek szinergiájának meghatározásával lehetséges, megértve a technológia általános és specifikus tulajdonságait.

c) A klasszikus szénhidrogéntelepek művelését tekintve, a készletutánpótlásban meghatározó szerepe lesz továbbra is:

- az új földtani szerkezetek felkutatásának,
- a klasszikus művelési eljárások hatékony alkalmazásának,
- az EOR-, EGR/IGR-módszerek fejlesztésének,
- az elemző, értelmező és kutató munkának, valamint
- az energiatakarékos fogyasztói szerkezet kialakításának.

d) A kőolajtelepek leművelése esetén a termelésben az egyes művelési eljárások részvételi aránya 50 éves távlatban várhatóan a következő: klasszikus víz- és gázbesajtolás 50%, természetes energiával végzett művelés 35% és az EOR-eljárások részaránya 15%.

e) A földgáztelepek kitermelése esetén ebben az időtávlatban a természetes energiával végzett termelés továbbra is domináló: kb. 90–95%, a külső energiával végzett művelés részaránya pedig várhatóan 5–10%.

### IRODALOM

- [1] Bíró, Z., Pápay, J., Gombos, Z.: Practical Results of CO<sub>2</sub> Flooding in Hungary. Kőolaj és Földgáz, April 1999, p. 65–71.
- [2] Buckley, S. E., Leverett M. C.: Mechanism of Fluid Displacement in Sands. 1942. Trans. AIME. Vol. 146. p. 107–116.
- [3] Brock, W. R., Bryan, L. A.: Summary Results of CO<sub>2</sub> EOR Field Tests 1972–1987. SPE 1977; 1989.
- [4] Chang, H. L.: Polymer Flooding Technology – Yesterday, Today and Tomorrow. JPT August 1978, p. 1123–1128.
- [5] Chu, C.: A Study of Fire-flood Field Projects. JPT, February 1977, pp. 111–120.
- [6] Chu, C.: State of the Art of Review of Steam flood Field Projects. JPT, January 1982, p. 19–36.
- [7] Chu, C., Crawford, P. B.: Improved Oil Recovery (In Situ Combustion), Oklahoma City, Oklahoma. Interstate Oil Compact Commission, 1983.



- [8] *Chu, C.*: State of the Art of Review of Steam flood Field Projects. JPT, October 1985, p. 1887–1902.
- [9] *Chu, C.*: Petroleum Engineering Handbook (Thermal Recovery, Chapter 46) Editor in Chief, Bradley H. B., TX., USA, SPE Series, Richardson, 1987.
- [10] *Farouq, A. S. M., Meldau, R. F.*: Current Steam Flood Technology. 1979 JPT, p. 1332–1342.
- [11] *Felber, B. J.*: Selected U.S. Department of Energy's EOR Technology Applications. SPE International Improved Oil Recovery Conference, SPE 84904, Kuala Lumpur, Malaysia, 20–21 October 2003.
- [12] *Fischer, P. A.*: Editorial Comment. World Oil. July 2004, p. 7. and p. 17.
- [13] *Hanzlik, E. J., Mims, D. S.*: Forty Years of Steam Injection in California – The Evolution of Heat Management, SPE International Improved Oil Recovery Conference, SPE 84848, Kuala Lumpur, Malaysia, 20–21 October 2003.
- [14] *Holm, L. W.*: Status of Micellar-Polymer Field Tests – Another View. Petroleum Engineer International, April 1980, p. 110–116.
- [15] *Lake, L. W., Pope G. A.*: Status of Micellar-Polymer Field Tests. Petroleum Engineer International, November 1979, p. 38–60.
- [16] *Mayer, E. H., Berg, R. L., Carmichael, J. D., Weibrandt, R. M.*: Alkaline Injection for Enhanced Oil Recovery. A Status Report. JPT, January 1983, p. 209–221.
- [17] *Moore, T. F., Slobod, R. L.*: The Effect of Viscosity and Capillarity on the Displacement of Oil by Water. Prod. Monthly, August 1956, p. 20–30.
- [18] *Moritis, G.*: Oil Sands Boom (p. 15.). Oil Sands Drive Canada's Oil Production Growth (p. 43–52.). Oil and Gas Journal, 7 June 2004–11–17.
- [19] *Needham, R. B., Doe, P. H.*: Polymer Flooding Review, JPT December 1987, p. 1503–1507.
- [20] Oil and Gas Journal: EOR Continues to Unlock Oil Resources 12 April 2004, p. 45–64.
- [21] Oil and Gas Journal: EOR Increases 24% World Wide, Claims 10% of US. Production, 20 April 1992, p. 51–79.
- [22] *Pápay, J.*: How does Cushion Gas Determine Technological, Technical, Economical Parameters of Underground Gas Storage, Milano, Scuole Enrico Mattei (Final Work for Post Graduate Diploma), June 1970.
- [23] *Pápay, J.*: Párnagáz szerepe a föld alatti gáztárolásban. (in Hungarian) 1970 OGIL Műszaki Tudományos Közleményei, p. 183–190.
- [24] *Pápay, J.*: Additional Recovery of Gas Reservoir (in Hungarian), Kőolaj és Földgáz. September 1986, p. 283–287.
- [25] *Pápay, J.*: Classification of Gas reservoirs. OMBKE Technical Conference of Petroleum Engineers, Tihany, Hungary, 1996. September 25–28.
- [26] *Pápay, J.*: Engineering Aspects of Underground Gas Storage. Kőolaj és Földgáz, October 1996, p. 285–291.
- [27] *Pápay, J.*: Gas Recovery and the Hydrodynamical System of a Gas Reservoir. Kőolaj és Földgáz, May 1997, p. 97–100.
- [28] *Pápay, J.*: Improved Natural Gas Recovery. International Energy Agency Collaborative Project on Enhanced Oil Recovery, August 31–Sept 3. 1997, Copenhagen, Denmark.
- [29] *Pápay, J.*: Improved Recovery of Conventional Natural Gas Reservoirs. 1999 Progress in Mining and Oilfield Chemistry, Vol. 1. Editor in Chief I. Lakatos, Budapest, Akadémiai Kiadó.
- [30] *Pápay, J.*: Improved Recovery of Conventional Natural Gas. Part I. and II. Erdöl, Erdgas, Kohle, June 1999, p. 302–308, July–August p. 353–355.
- [31] *Pápay, J.*: Development of Petroleum Reservoirs, Budapest, Akadémiai Kiadó, 2003.
- [32] *Pápay, J.*: Estimation of Residual Saturation in Special Cases 25th Annual Workshop & Symposium IEA Collaborative Project on EOR, 2004 September 5–8, Stavanger, Norway.
- [33] *Pápay J.*: Kőolaj- és földgáztelepek kitermelési eljárásai és azok hatékonysága. 2004. november 23., MTA-székhely, Budapest.
- [34] *Pápay J.*: A Correlation Method for Determination of Residual Non-Wetting Saturation. 2004. Oil Gas European Magazine. International Edition of Erdöl Erdgas Kohle. December, 4/04, p. 162–165.
- [35] *Randall, T. A.*: Simplistic Evaluation of over 30 Years Horizontal Hydrocarbon Solvent Performance in Alberta. J. Ca. P. T. September 1993, p. 19–23.
- [36] *Schafer, P. S., Hower, T., Owens, R. W.*: Managing Water Drive Gas reservoirs. Gas Research Institute 1993.
- [37] *Simandoux, P., Chapton, D., Valentin, E.*: Managing the Cost of Enhanced Oil Recovery 1990 Revue de L'Institut Français du Pétrole, Janvier-Fevrier Vol. 45. No.1. p. 131–139.
- [38] *Stalkup Jr., F. I.*: Miscible Displacement. SPE-Series, New York – Dallas, 1984.
- [39] *Stosur G. J.*: EOR: Past, Present and What the Next 25 Years May Bring. 2003. SPE. International Improved Oil Recovery Conference 20–21 October. Kuala Lumpur. Malaysia. SPE 84864.



- [40] *Taber, J. J., Martin, F. D., Seright, R. S.*: EOR Screening Revisited, Part 1., Part 2. SPE, August 1997, p. 189–498, p. 199–205.
- [41] *Turta, A. T., Singhal, A. K.*: Reservoir Engineering Aspects of Light-oil Recovery by Air Injection. SPE Reservoir Evaluation and Engineering, August 2001, p. 336–344.
- [42] *Yuan, Shiyi, Han, Dong*: Field Test Performance of Polymer Flooding in China 2004. 25th. Annual Workshop & Symposium Collaborative Project on Enhanced Oil Recovery International Energy Agency. September 5–8 2004, Stavanger, Norway.
- [43] *Welge H. J.*: A Simplified Method for Computing Oil Recovery by Gas and Water Drive. Trans. AIME, 1952 Vol. 195., p. 91–98.

## Summary

There are a number of exploitation methods based on different driving mechanisms. These processes have common and specific features. If we understand the common characteristics of recovery processes then a recovery technology having specific features can also be realised which has a smaller degree of risk and thus it can be implemented with greater efficiency. Usually a reservoir can chronologically be depleted by using different exploitation processes or, if a reservoir has different zones, then at the same time these zones generally are produced with different methods or displacement mechanisms. This is

why the synergic analysis of recovery methods is a basic requirement.

Different recovery methods of oil and gas reservoirs are discussed and analysed in a uniform and integrated way. Recovery processes are classified according to the type of applied energy, which can be of an internal or external nature. The limitation of the application of each recovery method – as a function of lithology, reservoir parameters and fluid properties – is shown. The expectable results of recovery processes (based on analyses of practical results of world-wide experiences) are presented. The medium-range share of each recovery method in the petroleum production is also forecasted.

## KÜLFÖLDI HÍREK

### A kútáram begyűjtésének feltételei kútkitöréseknél

**D**aniel F. Eby fenti témájú 6 oldalas közleménye szerint egy kütörés meggyűjtésének eldöntéséhez gondosan előkészített tervek és előrelátás szükségesek. A szerző hangsúlyozza, hogy egy kütörés meggyűjtésének eldöntését nem szabad könnyelműen kezelni, mert egy kút szándékos lángra lobbantása komoly következményeket vonhat maga után (pl. a fűróárboc elvesztése, és az ebből származó kútszabályozási műveletek nagyon költségesek lehetnek). Azonban bizonyos esetekben tanácsos lehet a kút szándékos meggyűjtása. Ekkor a következő fő tényezők vizsgálata tanácsos:

- A kút lángra lobbantásának és/vagy kútkitörésének lehetősége.
- A nemtoxikus kütörések gyűjtása.
- Hidrogén-szulfidos ( $H_2S$ ) kutak gyűjtása.
- Gyűjtési módszerek.
- Sugárzó hő.

A cikk az 5 témát rövid, külön fejezetekben tárgyalja, rámutatva a meggyűjtással együtt járó veszélyekre, a másodlagos robbanások lehetőségére, és bizonyos volumenű kütörés esetén fellépő hőszugárzás nagyságának meghatározására közöl számítási példát.

*World Oil*

### Norvégia gázpozíciójának erősödése

**E**gy Amsterdamban tartott konferencián a Statoil gázágazatának igazgatóhelyettese közölte: biztosra veszi, hogy megerősödik Norvégia pozíciója Európa gázellátásában. *Rune Bjomson* szerint 2004-ben a társaság 52,4 Mrd  $m^3$  földgázt (az előző évinél 13%-kal többet) értékesített a norvég kontinentális selfről. A meglevő szerződések szerint a társaság gázértékesítése 2004 és 2007 között átlagosan 9%/év szinttel fog növekedni, 2007–2010 között pedig 4%/év mértékkel. Bjomson hivatkozott a Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) becsléseire, mely szerint a következő három évtizedben csaknem megduplázódik a világ gázfogyasztása: a 2002. évi 2,622

Mrd  $m^3$  földgázzal 2030-ig 4,900 Mrd  $m^3$  szintre emelkedik. Azt is megbe-csülték, hogy az ehhez szükséges infrastruktúra beruházásai 2,700 Mrd USD vagy 100 MUSD/év értéknél is nagyobbak lehetnek. Az IEA közleményével, mely szerint a világ gázkészletei könnyen lehetővé teszik a növekvő szükségletek kielégítését – a Statoil nem szükségszerűen ért egyet. A Statoil szerint 2015 és 2030 között némely jelenlegi gázszállítónál termelés-csökkenés várható. Ez már jelenleg mutatkozik az Egyesült Királyság kontinentális selfjén, és várható a nagyobb orosz és norvég mezőkön is. Az igazgatóhelyettes szerint mind nemzeti, mind európai szinten a hatóságok pozitívan járulhatnak hozzá a gázellátás biztosításához, pénzügyi és szabályozási keretfeltételekkel segíthetik a szűk keresztmetszetek kiküszöbölését és az új kapacitások fejlesztését. A Statoil érdeke és célja, hogy megtartsa, valamint megerősítse gázszállító pozícióját Európában. Ennek kulcseleme a magas szintű kutatási és az intenzív beruházási tevékenység folytatása.

*Oil and Gas Journal (Internetről)*

*(Turkovich György)*

## Az OMBKE választmányának 2005. március 29-i ülése

A választmány ülést Budapestén, az OMBKE Mikoviny-tanácstermében tartotta a következő napirend szerint:

1. Az OMBKE 2004. évi gazdálkodási eredménye, előterjesztő *dr. Gagy Pálffy András* ügyvezető igazgató.
2. Az OMBKE 2005. évi gazdálkodási terve, *Kovacsics Árpád* főtitkár előterjesztésében.
3. Felkészülés a 94. Küldöttgyűlésre, a 93. Küldöttgyűlésen előterjesztett indítványok megvitatása. Előterjesztő: *Kovacsics Árpád* főtitkár.
4. A 94. Küldöttgyűlésen adományozható kitüntetések keretszámai: *dr. Fazekas János*, az érembizottság elnöke előterjesztésében.
5. Egyebek.

A választmányi ülés határozatai

**V. 1/2005. sz. határozat:** A választmány elfogadta az OMBKE 2004. évi gazdálkodásáról szóló beszámolót.

**V. 2/2005. sz. határozat:** A választmány jóváhagyta az OMBKE 2005. évi gazdálkodási tervét és a gazdálkodás irányelveit.

**V. 3/2005. sz. határozat:** A választmány jóváhagyta az Érembizottság előterjesztését a 94. Küldöttgyűlésen adományozható kitüntetések keretszáma-  
(PT)

## Az OMBKE választmányának 2005. április 22-i ülése

A választmányi ülés helyszíne a Székesfehérvári Helyi Szervezet megalakulásának 50. évfordulója alkalmából Székesfehérvár, az ALCOA-KÖFÉM Művelődési Ház volt. Az ülést *Petrusz Béla* alelnök vezette.

Az 1. napirendi pontban a 94. Küldöttgyűlésen átadandó kitüntésekről döntött a választmány, néhány kiegészítéssel elfogadva az Érembizottság előterjesztését.

A 2. napirendi pont a választmány 94. Küldöttgyűlésre készített beszámolója volt. Az előterjesztő *Kovacsics Árpád* főtitkár ismertette, hogy a kiküldött anyaghoz két kiegészítő javaslat érkezett a rendezvények felsorolásához. *Puza Ferenc* kifogásolta, hogy nem volt módja az előző Küldöttgyűlésen tett indítványainak szóbeli megindokolására a választmány előtt.

Az OMBKE 2004. évről szóló közhasznúsági jelentését a 3. napirendi pontban *dr. Gagy Pálffy András* ügyvezető igazgató terjesztette elő.

Az Egyebekben (4. napirendi pont): *dr. Gagy Pálffy András* tájékoztatást adott a Küldöttgyűlés előkészületeiről, majd *Ősz Árpád* kérdésére az NCA-pályázatokon való részvételről számolt be.

*Dr. Takács István Katkó Károly* és *Csaszlava Jenő* javaslatával kapcsolatos felvetésére reagálva, *Petrusz Béla* nem tartotta célszerűnek a kitüntetésekkel kapcsolatban előre szigorú szabályokat alkotni. Szakosztályi egyeztetést javasolt.

Az 5. napirendi pontban az 50 éves székesfehérvári helyi szervezetre való ünnepi megemlékezés szerepelt.

A választmányi ülés határozatai:

**V. 4/2005. sz. határozat:** A választmány egyhangúlag jóváhagyta a 94. Küldöttgyűlésen kitüntetendő személyek névsorát.

**V. 5/2005. sz. határozat:** A választmány egyhangú határozattal elfogadta a 94. Küldöttgyűlés elé terjesztendő választmányi beszámolót.

**V. 6/2005. sz. határozat:** A választmány egyhangú határozattal elfogadta a 94. Küldöttgyűlés elé terjesztendő Közhasznúsági Jelentést.

A választmányi ülés jegyzőkönyve alapján:  
(PT)

## 111 éves a „Jó szerencsét” köszöntés

(Várpalota, 2005. április 7.)

Április 7-én zsúfolásig megtelt a Várpalotai „Jó szerencsét Művelődési Központ” nagyterme a „Jó szerencsét” köszöntés elfogadásának 111. évfordulója alkalmából rendezett ünnepségen.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület választmánya 1894. április 7-ei ülésének jegyzőkönyve szerint (megjelent a BKL, az OMBKE és a M. Kir. Bányászati Akadémiai

Közlöny XXVII. évfolyam, 8. számában) azon az ülésen fogadták el *Péché Antal* tiszteleti tag javaslatát, hogy a korábbi „Glück auf” köszöntést a „Jó szerencsét” köszöntés váltsa fel. A centenáriumon a BDSZ és az OMBKE emlékülést tartott, és azóta is minden évben emlékülésre kerül sor Várpalotán.

A bányász- és a kohászhimnusz elhangzását követően *Paul Judit*, a várpalotai *Faller Jenő* Szakközépiskola diákjának szaválata után *Sárvári Zsuzsa*, a ház igazgatóasszonya köszöntötte a megjelenteket, majd *dr. Horn János*, a BDSZ elnöki főtanácsadója megemlékezett a köszöntés elfogadásáról és a korábbi években megtartott emlékülésekről.

A 12. alkalommal megtartott emlékülésen *dr. Hegedűs Miklós*, a GKI Gazdaságkutató ügyvezető igazgatója „Gazdasági növekedésünk és az energiaszektor kilátásai” és *Kovacsics Árpád*, a Bakonyi Bauxit Kft. vezérigazgatója „A magyarországi bauxit-bányászatkodás helyzete” címmel tartott nagy érdeklődéssel kísért előadást.

Ezt követően a jelenlévők az aulában lévő „Jó szerencsét” emléktábla elé vonultak, ahol *Hámori István Péter*, a BDSZ alelnöke mondott ünnepi beszédet, majd a bányászhimnusz harangjátékhangjai alatt a BDSZ (*Székely Jenő*, *Torma Lajos*), az OMBKE (*dr. Havelda Tamás*, *Huszár László*), a Művelődési Központ (*Sárvári Zsuzsa*, *Hargittai László*), a soproni Központi Bányászati Múzeum (*Horváth József*, *Hermann György*), valamint a Honvédség és Társadalom Baráti Kör (*Séra Zoltán*) helyezte el a megemlékezés koszorúit.

Az emlékülés keretében *Leszkovszki Tibor*, Várpalota polgármestere leplezte le azt a 160 x 520 cm-es, fából készült, *id. Szabó István* szobrászművész által készített „Bányászéletek” című reliefet, amely korábban a Veszprémi Szénbányák Vállalat központját díszítette.

Az ünnepség állófogadással zárult, ezen a pohárköszöntőt *Leszkovszki Tibor*, Várpalota város polgármestere tartotta.

A rendezők *Burján Andor* okl. bányamérnök, a Magyar Filatélia tudományos tagja által erre az alkalomra tervezett és készített emlékbélyeggel kedveskedtek az ünnepség résztvevőinek.

(*dr. Horn János*)

## Az OMBKE BSZo Budapesti Helyi Szervezetének szakmai napja

(Budapest, 2005. április 7.)

Köves Kristóf előadása: „Minőség-irányítás” (helyszín: az OMBKE központi székháza)

## Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztály Budapesti Helyi Szervezetének szakmai napja

(Budapest, 2005. április 19.)

Waltz Gyula előadása: „Jemeni kutatási tapasztalatok” (helyszín: az OMBKE központi székháza)

### HAZAI HÍREK

#### MOL-hírek

**A MOL Panoráma 2005. évi 5. és 6. számából:**

– A MOL Rt. felsővezetősége március 1-jén jóváhagyta Kutatás-Termelési Divíziójának dinamikus, rugalmas, projektorientált szervezetet eredményező átalakítását. Az új szervezeti és működési struktúra alapján alakítják ki a fő és a támogató területeket: az Upstream Portfólió Fejlesztést (vezetője dr. Fasimon Sándor), a Külföldi Kutatás-Termelési Operációs Csapatot (vezetője Ray Leonardot), a Közép-európai Kutatás-Termelés Operációs Csapatot (vezetője Holoda Attila), a Technológiai és Operációs Központot (vezetője Zeljko Belosic).

– A MOL Rt. 3,82 millió dollár értékben újabb 5%-kal (és ezzel 27,5%-ra) növelte tulajdonrészét a jelentős szénhidrogén-potenciállal rendelkező ÉNy-kazahsztáni olajmezőben. A blokk készletei – a Rosznyeft által végzett előzetes becslések szerint – 200 millió tonna kőolajra és 400 milliárd m<sup>3</sup> földgázra tehetők. A térségben végzett kutatások várhatóan 2008 első feléig fejeződnek be.

– A 2004. évi Tempo 99 EVO-értékesítési, valamint a minőségbiztosítási verseny értékelése és az SGS Minőség-irányítási rendszer felülvizsgálata alapján 63 MOL-töltőállomás kapott oklevelet, emléktáblát, jutalmat.

– 2005-ben az MVM versenypiaci kereskedő cége, az MVM Partner Energiakereskedelmi Rt. fedezi a MOL Rt. 13 legnagyobb fogyasztási helyének (Algyő, Gellénháza, Hajdúszoboszló, Fényeslitke, Kardoskút, Pusztaderics, Szank, Zsana, a Dunai, a Komáromi, a Tiszai, a Zalai Finomítók, és a Tiszai Vegyi Kombinát) teljes villamosenergia-igényét. A hazai villamosenergia-felhasználásnak csaknem 4%-át kitevő, mintegy 1500 GWh energiamennyiség biztosítására vonatkozó megállapodást 2004 decemberében írták alá.

– A MOL Rt. rendkívül eredményes 2004. évi tevékenységét értékelte a GKI Energiakutató Kft. ügyvezető igazgatója. Hegedűs Miklós szerint az üzleti sikereket a hazai jogszabályi háttér kedvezőbbé válásának, az időben végrehajtott (a feldolgozási- és kereskedelmi ágazat teljesítménynövekedését eredményező) termékminőség- és kapacitás-fejlesztéseknek, valamint a jó gazdálkodásnak tulajdonította.

– A 2004. és 2005. év téli időszakainak zavartalan és biztonságos gázellátása érdekében végzett munkát, a felkészülés feladatainak meghatározását és eredményes végrehajtását célzó intézkedéseket értékelte dr. Zsuga János, a MOL Földgázszállító Rt. vezérigazgatója, Keresztesi István, rendszerirányítási igazgató és Leskó Péter, a diszpécserközpont vezetője.

(dé)

#### A Nagykanizsai Olajos Szeniorok Hagyományápoló Köre rendezvényei

(Nagykanizsa, 2005. február 15.)

**Beszélgetés Placskó Józseffel az orenburgi gázvezeték építéséről.**

Placskó József előadását élettörténetének bemutatásával kezdte, majd elmondotta, hogy 1973-ban kérték fel az orenburgi beruházás magyar feladatainak irányítására. Az eredeti tervek szerint a magyarok az 1,4 m átmérőjű csővezeték 300 km-es szakaszát építették volna.

Megindult a felkészülés, felvették a munkásokat, megkezdődött a gépek beszerzése. (Csak a gépek beszerzése 42 millió USD-be került!) Titkos külkereskedelmi tárgyalások után az a döntés született, hogy nem vezeték építenek

a magyarok, hanem kompresszortelepeket, lakóépületeket. (Ez a döntés a magyar fél részére rendkívül káros volt, mert a csővezeték-építés anyagilag sokkal kedvezőbb lett volna.) Tengizben és több másik helyen 5000 magyar munkás nagyon nehéz körülmények között dolgozott, ennek ellenére a szovjet vezetőség mindig példaképnek állította őket a többi nemzet munkásai elé. Sok nehézséget kellett leküzdeni, és volt eset arra is, hogy a problémákat akkor a Szovjetunióban még nem kapható Coca-Colával tudták megoldani...

Számos fénykép vetítésével bepilanthattunk az akkori kinti élet szakmai és emberi vonatkozású részleteibe. Placskó József beszámolóját Bagdi Márton és Paczuk László egészítette ki, akik a nagy munka résztvevői voltak.

Placskó József könyvet írt élményeiről.

(Udvardi Géza)

#### Magyarország csatlakozhatna az „Európai Mély Geotermikus-energia-kutatási Program”-hoz

A program („European Deep Geothermal Energy Research Programme”) alapkoncepciója: a „forró száraz kőzetekben” (HDR = HOT Dry Rocks) rendelkezésre álló óriási hőmennyiség speciális technológiával való kinyerése, majd sokoldalú, energetikai célú hasznosítása.

A geotermikus energiát egyrészt a kőzetváz, másrészt a kőzetek pórusaiban, repedéseiben tárolódó termálvíz hordozza.

A geotermális ipar napjainkban túlnyomórészt a forró akvifereket (nagy kiterjedésű víztároló formációkat) használja energiatermelésre. Pl. Magyarországon a felsőpannon homokhomokkő sorozatokban, illetve a mezozoos karbonátos alaphegység repedezett-üreges kőzettömegeiben tárolódó termálvizet. Ez az energiaforrás (forró akviferek) eléggé korlátozott, hosszú távon nem kimeríthetetlen! (A kevesebb termálvíz kitermelését célzó törekvések valóban fontosak, feltétlenül szem előtt tartandók!).

Távlati elgondolásaink között mindenképpen számításba kell venni azt a hatalmas energiamennyiséget, amely a nagy (200 °C feletti) hőmér-



sékletű kőzetek nagy tömegeiben tárolódik, nagy mélységben (3000–6000 m) helyezkedik el, jelentős vízkészlet nélkül! (= forró száraz kőzetek, HDR).

A technikai, technológiai fejlesztéseknek azt kell célozniuk, hogy a forró (elsősorban mélységi magmás) kőzetek hőtartalmát minél hatékonyabban kiaknázzuk, mert ebben az esetben a jövőben abszolút környezetbarát és igen értékes energiaforráshoz férhetünk hozzá!

Ezt a feladatot az egyik kútba (a beszajtoló kútba) való hidegvíz injektálásával, és a mélyben egy hőszigetelő kőzettakaró alatti granitoid kőzettömegben hidraulikus rétegrepesztésekkel létrehozott repedésrendszerben – mint mesterséges geotermikus rezervoárban – felmelegedett víz, másik kútból (hőszigetelt kiképzésű termelőkútból) végzett kiszivattyúzásával, a hőenergia felszíni hőcserélőben való leválasztásával, majd a geotermikus erőműbe való eljuttatásával kell végrehajtani.

Annak bizonyítására, hogy ez az elgondolás nem irreális, Európában előtűnk áll a példa – az Európai Mély Geotermikusenergia-kutatási Program, mely a Rajna-árokban Franciaország, Németország és Svájc területén (Soultz, Bazel) szoros kooperációban és sikeresen folyamatban van.

Magyarországon a HDR-rendszer kialakítására adott egy olyan körzet (DK-Dunántúl, Pécs térsége, a Mecsek-hegység K-i része), mely feltétlenül perspektív! – A természeti feltételek itt a Rajna-árokban ismert viszonyoknál is jóval kedvezőbbek!

A hazai szellemi kapacitás adott – MOL Rt., MÁFI, ELGI, egyetemek, volt pécsi bányák szakemberei. Állítható, hogy képesek vagyunk ilyen nagy feladat előkészítésére, megoldására!

A HDR-modell és -technológia alkalmazása hozzájárulhat a termálvíz akvifereinkből való kitermelésének mérsékléséhez, termálvízkészleteink kíméléséhez!

Megszívlelendő John Darley úrnak, a Shell technológiai igazgatójának véleménye: „Még sok munkát kell végezni a forró repedezett kőzettechnológia kifejlesztése terén, de úgy gondoljuk, hogy ez életképes energiaforrás, mely olyan potenciállal rendelkezik, amely a jövőben jelentős megújuló energiaforrássá teszi”.

## Geotermikus kiserőmű létesítésére kiválóak a természeti feltételek Nagykanizsa északi előterében, Nagybakónak térségében

A múlt század 70-es éveiben mélyült Nagybakónak *Nab-1. sz.* szénhidrogén-kutató fűrása (végleges mélység: 2701 m) Nagykanizsa központjából ÉÉK-i irányban, légvonalban mintegy 10 km távolságra található.

Repedezett, triász időszakban keletkezett karbonátos kőzetekből, a 2470–2701 m közötti nyitott szakasz vizsgálatakor forró rétegvíz-beáramlás történt. A kapacitásmérés adatai a következők:

- Vízhozam: 30 mm-es fűvőkán 420 m<sup>3</sup>/nap (17 m<sup>3</sup>/óra);
- Gázhozam: 12 600 m<sup>3</sup>/nap (CO<sub>2</sub>: 94,88 tf.%);
- Kútfejhőmérséklet: 108 °C;
- Telephőmérséklet: 146 °C (2419 m-ben);
- Termelőcső-túlnyomás: 7,24 at,
- Belsőcső-túlnyomás: 58 at
- Termelési talptúlnyomás: 7,24 at;
- Zárt talptúlnyomás: 223,8 at (2419 m-ben);
- Áteresztőképesség: 4937 mD;
- Geotermikus gradiens: 56,2 °C/km;
- A geotermikus gradiens reciproka: 17,8 m/°C;
- A rétegvíz NaCl-tartalma: 7,97 g/l.

A felsorolt adatok alapján néhány fontos következtetés vonható le:

- Hőszigetelt hőbányászati fűrásból termeltetve előreláthatóan 108 °C-nál nagyobb kútfejhőmérséklet érhető el;
- Savas rétegrekesztéssel a vízhozam valószínűleg növelhető;
- A fűrással feltárt termálrezervoár a termokonvekcióval fűtött tárolók közé tartozik; ez előny, mert a termokonvekció a termokondukciónál gyorsabb és erősebb hőátadási forma;
- A 146 °C telephőmérséklet alapján a nagybakónaki tároló a közepes entalpiájú (100–200 °C mélységi hőmérsékletű) geotermikus energiakészletet tartalmazó tárolók közé tartozik;
- A nagy áteresztőképesség mind a termálvíz termeltetése, mind a hőtartalmától megfosztott víz visszasajtolása szempontjából igen kedvező.

A hatékony termálenergia-hasznosítás érdekében a *Nab-1. sz.* kőolajipari

kutatófűrás közelében hőbányászati fűrást kellene lemélyíteni, 2700 m mélységig, és hőszigetelt kútkiképzéssel ellátni (hőszigetelt cementpalást, hőszigetelt termelőcsőszakat). Ezután huza-mosabb termeltetést, teljes kapacitásmérést kell végezni. A triász kőzetminták és a karotázsmérések vizsgálata, illetve értelmezése alapján a vízhozam növelése érdekében rétegrekesztésre (savazás, rétegrepesztés) kerülhet sor. A kőolajipari *Tab-1. sz.* fűrás feltehetően vízvisszasajtolásra lesz kiképezhető.

Integrált, többlépcsős, energiakasz-kád rendszerű termálhő-hasznosítást kell megvalósítani:

- Geotermikus kiserőmű létesítése (kettős folyadékciklusú energiatermelő berendezéssel, pl. ORMAT);
- Épületfűtés, használati melegvíz (HMV)-szolgáltatás;
- Növényháztelepek (zöldség, virág) fűtése;
- A leválasztott CO<sub>2</sub>-gáz hasznosítása (pl. cseppfolyósítás, gyümölcstárolás).

A geotermikus erőmű által termelt elektromos áram pl. segítheti a villamosításra kerülő Nagykanizsa-Szombathely vasúti fővonal áramellátását.

Az épületfűtési és HMV-szolgáltatásra a város északi körzetében már meglévő, illetve létesítés alatt álló objektumok (pl. a GE Hungary Rt. nagy fényforrásgyára, az épülő ipari park) tarthatnak igényt.

Növényháztelepek fűtése és a leválasztott CO<sub>2</sub>-gáz hasznosítása a Nagykanizsa-környéki hagyományos mezőgazdasági tevékenység (zöldség- és virágtermesztés, nagy gyümölcsfa-ültetvények) alapján reális elképzelésnek tűnik.

Véleményem szerint a nagybakónaki geotermikus erőmű létesítése kezdő lépés lehet a hatékony, decentralizált energiarendszer kialakításában.

(Németh Gusztáv)

## Dr. Pápay József akadémiai székfoglalója

Dr. Pápay József, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja az MTA székházában 2004. november 23-án tartotta meg székfoglaló előadását „Kőolaj- és földgáztelepek kitermelési eljárásai és azok hatékonysága” címmel.



## A Paksi Atomerőmű Rt. új vezérigazgatója

A Paksi Atomerőmű Rt. rendkívüli közgyűlése határozatának értelmében az Rt. új vezérigazgatója *Kovács József*, az eddigi üzemviteli igazgató lett.

## Film gázkitörésről

**A** babócsai gázkitörésről készült filmet is levetítették a Tűzoltó Filmklub „A magyar tűzoltók a XX. század első felében” márciusi rendezvényén.

## EU-hírek

- A csepeli központi szennyvíztisztító és infrastrukturális létesítményeinek építésére készített 121 milliárd forintos projekt 65%-át az EU fedezi. A 2009-re megépülő szennyvíztisztítómű létesítéséhez szükséges további költségeket az állam (20%) és a fővárosi önkormányzat (15%) biztosítja.

- A magyarországi közlekedési hálózat fejlesztéséhez a benyújtott pályázatok elbírálása után az EU a következő támogatást adja: a 23 millió eurós vasútvonal tervezési, építési költségéből 8 millió eurót, a Duna hajózhatóságának

jávitáshoz szükséges két tanulmány készítéséhez a költségek felét, azaz 1,1 millió eurót folyósít.

- Hatvankilenc – köztük két magyar – egyetem részvételével 17 újabb, ún. felsőoktatási mesterkurzus indításáról döntött a Brüsszelben ülésező Európai Bizottság. A programban Magyarországról a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (vízkezelési és hidrotechnikai kurzussal), a Közép-Európai Egyetem Alapítvány (környezetvédelmi kurzussal) és a Budapesti Corvinus Egyetem (szőlőtermesztési mesterkurzussal) vesz részt. 140 hallgató és 42 kutató részesül EU-s ösztöndíjban.

- Az Európai Unió 4,35 milliárd forinttal támogatja a Velencei-tó környékének teljes körű csatornázási és szennyvíztisztítási munkálatait, ezeket 2007 végéig kell befejezni.

- Az EU három éven át 150 millió euróval támogatja hazánkat, hogy felkészülhessen a schengeni egyezményből adódó határrendészeti feladatok megoldására.

- Az EU-s támogatások felhasználása tekintetében az új EU-tagok közül Magyarország a legjobb, 76 milliárd forinttal.

- Az EU-egyenleg: 2004-ben az uniós költségvetéshez 106,7 milliárd forint volt a magyar nemzeti hozzájárulás, a magyar államkincstár 171,5 milliárd forint uniós támogatást kapott.

- Az Európai Parlamentben dolgozó magyar képviselők a fizetési listán a havi 805 eurós összeggel a huszonötödik helyen állnak.

- Az európai országokban végzett felmérés szerint a bankszámlával rendelkező, 15 évnél idősebb felnőttek aránya alapján Magyarországot 54%-kal a középmezőnybe sorolták.

- Uniós irányelvek az építési hulladékokra: Az uniós irányelvek előírásai alapján a tagországokban 2008-ra az építési hulladékok 50%-át újra kell hasznosítani. A nyár végén életbe lépő, az építési és bontási hulladékok kezelésének szabályait taglaló rendelet szerint az építetőknek a tevékenysége során keletkező törmelék mennyiségét anyagcsoportonként előre ki kell számítani, és a keletkezés után a kezelőnek történő átadásig elkülönülten kell tárolnia. Lehetőséget ad a jogszabály a hulladék helyszínen történő újrahasznosítására is, de a szigorú minősítési eljárások miatt erre nagyon kevés lesz az esély.

(dé.)

## MÚZEUMI HÍREK

### Krupicz Antal szobrászművész gyűjteményes kiállítása

(Zalaegerszeg, 2005. március 8.)

**A** kapnikbányai születésű *Krupicz Antal* 1988-tól él Magyarországon (Nyíregyháza-Sóstón), ahol több közterti alkotása is látható. A magyarságkutatás és hagyományápolás terén elkötelezett művész jelentős segítséget nyújtott kiadványok megjelentetéséhez (pl. *Debreczeni Zoltán*: Gutinok Kapnikbánya és környéke, *Murádin Jenő*: Katz Márton Agricola Lidia c. könyvek), 2004-ben a MOIM-nak ajándékozta megőrzésre az „Életutak” c. bronzszobrát (ld. lapunk hátsó borítóján) és az 1759-ből származó, felbecsülhetetlen értékű, talán legrégebbi bányászászlót, a kínai selyemből készült „Tellér-zászlót”. *Krupicz Antal* sok-

oldalú művész, erről tanúskodik a szobrász-festőművész Zalaegerszegen, a MOIM kiállítócsarnokában rendezett gyűjteményes kiállítása is. Mindezekről bővebben beszélt a kiállítást meg-



1. kép: A kiállítás megnyitója  
(Borbás György, Krupicz Antal, Tóth János)

nyitó *Tóth János*, a múzeum igazgatója. *Borbás György* tanár pedig a művész sokszínű életútját ismertette meg a hallgatósággal (1. kép) kitérve az Óhazájában, Amerikában, Finnországban, Kanadában, Kínában, Németországban, Olaszországban és Magyarországon megtalálható alkotásaira. Meglepetésként hatott, hogy ez alkalomból ajándékozta a művész a múzeumnak a magyar olajipar egyik kiemelkedő egyéniségéről, *dr. Papp Simon*ról készített, 82 cm magas, egész alakos bronzszobrát. A szoborral – melyet a múzeumi szoborparkban állítanak fel – a művész *Papp Simon* geológus Új-Guineában végzett olajkutatásainak állít emléket (2. kép). (A szobor másodpéldányát Kapnikbányán állítják fel.) A látogatóknak is kellemes meglepetéssel szolgált a művész, ugyanis elhozta és bemutatta a Nagybányai Művésztelep több jeles alkotójának (*Czóbel Béla*, a Ferenczy család tagjai,



**2. kép: Dr. Papp Simon szobra a kiállításon**

Kriszán János, Gy. Szabó Béla, Torma János, Ziffer Sándor, Vida Géza, Weith László stb.) 40 alkotását (festményt, grafikát, szobrot), melyeket erre az alkalomra válogatott magángyűjteményéből.

(dé)

## Kiállítás bányász türelemüvegekből

(Budapest, 2005. április 4.)

„A palackba zárt bányászat” címmel 2004 májusában Miskolcon megrendezett nemzetközi kiállítás nagy sikere alapján és az érdeklődők kívánságára Budapesten is bemutatták a bányász türelemüvegekből, bányahegyekből, bányászati témájú fafaragásokból és makketekből válogatott gyűjteményes anyagot. A zalaegerszegi Magyar Olajipari Múzeum és a rudabányai Érc- és Ásványbányászati Múzeum által rendezett kiállítást a patinás környezetben (Budai Várban) álló Magyar Kultúra Alapítvány székházában tekinthették meg az érdeklődők.

A szép számban megjelent látogatókat előbb a házigazda dr. Koncz Gábor igazgató nevében Fischer Rozi témafelelős, majd Tóth János, a MOIM igazgatója köszöntötte. A kiállítást dr. Nagy László Gábor, a Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma Múzeumi Főosztályának vezető főtanácsosa nyitotta meg (1. kép). Ezt követően Benke István okleveles bányamérnök, technikatörténész beszélt a türelemüvegek ké-

sztítéséről, és mutatott be néhány érdekes ritkaságot. (2. kép)



**2. kép: Bányász türelemüveg**

Türelemüvegeknek nevezik a szűk nyakú üvegpalackokba beépített kézi fafaragásokat, amelyek hajókat, vallásos (kálváriaüvegek), történelmi vagy bányász tárgyú jeleneteket ábrázolnak. Legbonyolultabbak a bányászati témájú türelempalackok (bányász türelemüvegek). Az aprólékosan készült korhű bányászfigurákat, – berendezéseket vagy életképeket – a 18–19. században készült 1–2 literes, ún. pincetokba való, szögletes fehér üvegekbe, több szinten helyezték el. (Napjaink türelempalack-készítői a szűk nyakú italos üvegeket használják fel erre a célra.) A bányász-türelemüvegek naiv művészeti alkotásokhoz hasonlíthatók. Készítésük során az egyszerű bányászemberek egy-egy, a szakmával, életükkel kapcsolatos emléket rögzítettek, s mint ilyenek igen értékesek a bányásztörténet szempontjából. A beépített ásványoknak nagy a jelentőségük, sok esetben egy-egy lelőhely feltárásához szorosan kapcsolódnak (pl. az üvegekben látható számozott ásványdarabok). Az első bányáspalack – a

kutatók jelenlegi ismeretei szerint – 1737-ben készült Selmecbányán. Hazánkban eddig 42 muzeális értékű bányászüveget sikerült felkutatni. Napjainkban is készülnek türelemüvegek, valamint mives szekrénybe foglalt alkotások (a nápolyi betlehemes szekrény mintájára), melyek bánya városrészeket, Szent Borbálát és bányászéletképeket ábrázolnak. A kiállításon szereplő tárgyak hazai múzeumokból (Debrecen, Eger, Kőszeg, Székesfehérvár, Sopron, Tatabánya, Magyar Nemzeti Múzeum, Néprajzi Múzeum, MOIM, Érc- és Ásványbányászati Múzeum) és magángyűjtőktől, -készítőktől (Bartha István, Benke István, Makky György, Viktor Gyula) származnak. Három türelemüveg pedig a Rozsnyói Bányászati Múzeumból érkezett. A kiállítás rendezői néhány értékes régi darab restaurálását is elvégeztették. Fényképeken bemutattak néhány bányahegyet és aragonitládát is. Ezek az ásványokkal (sok esetben drágakövekkel) és nemesfémekkel díszített alkotások, ötvösmunkák kandalló- vagy asztali díszként szolgáltak.

Végezetül Tóth János köszönetet mondott a kiállítás szervezésében és megrendezésében közreműködő társ-múzeumoknak és múzeumi munkatársaknak, valamint az anyagi segítséget nyújtó Magyar Kultúra Alapítványnak és a Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériumának

(Készült Benke István kiállításismertetője alapján)



**1. kép: A kiállítás megnyitása (dr. Nagy László Gábor főtanácsos; Benke István aranydiplomás bányamérnök, Tóth János, a MOIM igazgatója, Hadobás Sándor, az Érc- és Ásványbányászati Múzeum igazgatója)**

## Fischer-Tropsch Technology (A Fischer-Tropsch-technológia)

Ez egy egyedülálló könyv, a Fischer-Tropsch-technológia legkorszerűbb megoldásait tárgyalja, köztük a GTL-eljáráshoz alkalmazott korszerű módszert is, magyarázatot ad az alapelvekre és terminológiákra. Megfelelő hivatkozásokat is közöl a szabadalmakra és korábbi publikációkra vonatkozóan. A főbb fejezetek a következők: 1. Bevezetés a Fischer-Tropsch-technológiába, 2. Fischer-Tropsch-reaktorok, 3. Kémiai koncepciók alkalmazása tervezési célokra, 4. Szintézisgáz-termelés Fischer-Tropsch-szintézishez, 5. Nagyüzemi Fischer-Tropsch-eljárás alkalmazása, 6. Primer FT-termékek feldolgozása, 7. Fischer-Tropsch-katalizátorok, 8. Alapvető tudományok. Terjedelme: 700 oldal.

Szerzők: André Steynberg, Mark Dry  
Kiadó: Elsevier Publishing Co.

Ára: 152 GBP

Forrás: Internet

(Turkovich György)

## Srágli Lajos: Munkások a „fekete arany” birodalmában, a munkásság és anyagi helyzete a magyarországi olajiparban a kezdetektől az államosításig

A Magyar Olajipari Múzeum és a MOL Bányász Szakszervezet támogatásával 2004 végén megjelent könyv, már a borítóján egy ma is aktuális kiemeléssel indul. A MAORT Igazgatóság és Központi Üzemi Bizottság 1946. október 23-i ülésén elhangzott hozzászólás a következőket is tartalmazta: „Jól fizetni: olcsó dolog. Mert ha egy alkalmazott jól van megfizetve, nagyobb kedvvel dolgozik, és lehet is tőle joggal többet kívánni, ám ha a kívánalmakat nem teljesítené, a vállalat egyszerűen nem reflektál a munkájára. Ha az elnök úr azt mondja, hogy még többet akar fizetni, nemcsak emberbaráti jóság és nézetek vezérlik, hanem meg van győződve róla, ha többet fizet,

akkor többet is kap, és a vállalatra nézve ez még pluszt fog hozni. A jó fizetés ellen nem kellene talán generálisan apellálni. Sokkal jobb megelégedett emberekkel együtt dolgozni, mint elégedetlenekkel.”

A 193 oldalas könyv három fő fejezetre tagozódik:

I. Az olajipar fejlődése és munkásainak helyzete a második világháború előtt.

II. A háborús gazdálkodás hatása a munkások élet- és munkakörülményeire.

III. Az olajiparban dolgozó munkások helyzetének változása az újjáépítés időszakában.

Nehéz kiemelni a roppant érdekes, rengeteg statisztikai adatot tartalmazó mellékletek (63 oldal) közül bármit, de a XII. sz. melléklet „A külföldön kövendő általános üzemi személyzeti politika” (13 oldal) ma is igen aktuális, fontos gondolatokat tartalmaz.

A könyv nemcsak az olajiparban dolgozók számára, hanem mind a bányászat más ágaiban, mind a gazdaságpolitikában és a történelemszámára is igen érdekes, igényes és számtalan új ismeretanyagot tartalmazó kiadvány.

(Dr. Horn János)

## A Világ 2005-ben

A The Economistban 2005 januárjában jelent meg a „THE WORLD IN 2005” c. angol nyelvű kiadvány. Magyar fordítását a Világgazdaság c. folyóirat különkiadásában februárban közölte a fenti címen.

A több mint 100 oldalas kiadvány „Energia” fejezetében a következőket olvashatjuk: Kevés olyan nyersanyag van, amely annyira érzékenyen reagál a világ eseményeire, mint az olaj, a 2004-es árrobbanás is erre vezethető vissza. 2005-re azonban megnyugvás várható, mivel a brentminőség a barrelenként 38 dollár körüli sávba kerülhet, feltéve, hogy szerény mértékben növekszik a kitermelt mennyiség, és a Közel-Keleten valamelyest enyhül a feszültség. A következő három évben a világ összesített nyersolajtermelése várhatóan átlagosan 2,8 százalékkal bővül.

A kőolaj és a földgáz iránti kereslet

valószínűleg mintegy három százalékkal fog növekedni 2005-ben, ez azonban elmarad az elektromos energia és a szén mögött. A szén ismét teret hódít, nem utolsósorban azért, mert sok energiaigényes, de jelentős kibányászható szénttartalékú gazdaság lazítani szeretne az olajtól való függőségtől. A szén jóval olcsóbb, mint a kőolaj és a földgáz, ezért a szén elégetésére szolgáló környezetbarátabb eljárások életképebbek lesznek.

Sok szó esik az alternatív fűtőanyagforrásokról, de csak a cseppfolyósított földgáz (LNG) terjedhet el lényegesen. Az LNG-fogyasztás várhatóan jelentős (10%-os) ütemben fog növekedni 2005-ben, mindenképp Ausztráliában és Ázsiában. Beindul Kína első szén-cseppfolyósító projektje, ezzel már 2005-ben egymillió tonna folyékony üzemanyagot fognak előállítani. A 3,3 milliárd dolláros beruházással létrehozott üzemben, annak teljes felfutása után – 2008-ban – évi 15 millió tonna szénből mintegy ötmillió tonnányi olajterméket állítanak elő.

(Dr. Horn János)

## Carbon Dioxide Utilization for Global Sustainability

(Szén-dioxid-felhasználás a világ fenntarthatósága érdekében)

A könyv az „International Conference on Carbon Dioxide Utilization” (FICCDU) konferencián, Szöulban elhangzott – a CO<sub>2</sub>-felhasználás és -hasznosítás területén jelentkező legújabb kutatási trendeket és kutatási eredményeket – ismertető előadásokat és a legújabb információkat tartalmazza.

Főbb fejezetek: A CO<sub>2</sub> heterogén katalízise; a CO<sub>2</sub> homogén katalízise; a CO<sub>2</sub> elektro- és foto-katalitikus redukciója; CO<sub>2</sub> mint oxidáns; CO<sub>2</sub>-szeparálás és -kinyerés; a CO<sub>2</sub> biológiai és biokémiai hasznosítása; a CO<sub>2</sub>-hidrátok felhasználása; a CO<sub>2</sub> általános hasznosítása.

Terjedelme 625 oldal.

Szerzők: Sang-Eon Park, Jong-San Chang, Kyu-Wan Lee

Kiadó: Elsevier Publishing Co.

Ára: 159 GBP

Forrás: Petroleum Economist (Internetről)

(Turkovich György)



## KÖSZÖNTÉS

### Köszöntjük



**Dr. Pápay József**  
okleveles olajmérnököt,  
az MTA rendes tagját, aki a *Magyar Köztársasági Érdemrend Tiszti-keresztje* kitüntetésben részesült. A rangos kitüntetést *dr. Pápay József* akadémikus, a MOL Rt. tanácsadója március 15-én *Mádl Ferenc* köztársasági elnöktől vette

át a Parlamentben a magyar kőolaj- és földgáztermelés érdekében végzett eredményes munkássága, magas színvonalú műszaki-tudományos és innovációs tevékenysége elismeréseként. Tagtársunknak tisztelettel gratulálunk.

az *Eötvös Loránd-díjjal* kitüntetett



**Dr. Horn János**  
okleveles olajmérnököt,  
gazdasági mérnököt, és szakközgazdát, a BDSz elnöki főtanácsadó-

ját, az OMBKE tiszteleti tagját. A kitüntetést március 10-én *Szanyi Tibor*, a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium államtitkára adta át.

75. születésnapja alkalmából



**Dr. Szébenyi Imre**  
aranydiplomás vegyészmérnököt.

Kívánunk Neki további munkasikeret és jó egészséget.  
Jó szerencsét!

(a szerkesztőség)

## KÜLFÖLDI HÍREK

### Hajózás napenergiával

2001 közepe óta működik a világ legnagyobb napenergia-hajója. A 33 m hosszú, 11 m széles, 150 utas befogadására alkalmas katamarán, a *MobiCat* 14 000 utast szállított 6000 km távolságra a svájci Bielerseen. Az üzemi energiát napelemek szolgáltatják, az összteljesítményük 20 kW. A nyári félévben a napsugárzás elegendő napi több órás úthoz, 10 km/h utazási sebességgel. A beépített akkumulátorok is több órás üzemet tesznek lehetővé, ezek a kikötőkben hálózatról feltölthetők.

*Bulletin*

### Leállították a norvég Frigg-mezőt

A legtöbb bevételt eredményező Frigg-gázmezőt a múlt év októberében, 27 éves működés után leállították. Ez a norvég gázmező az 1977. évi üzembe helyezése óta mintegy 25 Mrd euró bevételt biztosított. A mező kitermelési aránya 78% volt, 40%-kal nagyobb a kezdeti becsléseknél (Norvégiában a gázmezőkre vonatkozóan

75%-os kitermelési arány a célkitűzés). Az első kutatófúrást 1971. áprilisban kezdték a területen, és az első produktív eredményt már az év nyarán sikerült elérni.

*OIL Gas European Magazine*

### Növekszik a kőolajszükséglet Ázsia és Óceánia régióiban

A közlemény szerint 2001 óta az Ázsiai kőolajszükséglet növekedése (elsősorban Kína növekvő igénye miatt) állandó. A FACTS Inc. legújabb elemzése alapján 2004. volt a rekordév 1019 ezer barrel/d olajszükséglettel.

Az elemzés szerint:

Indiában az évtized végéig kb. 70–90 Eb/d növekedés várható,

Japánban a fejlett gazdaság és a csökkenő populáció miatt a növekedés nem jelentős, Dél-Koreában a drága kőolaj miatt az erőművek gázra, illetve LNG fogyasztására álltak át, és emiatt esett vissza a szükséglet 2004-ben, hosz-

szú távon azonban mintegy 40 Eb/d növekedést becsülnek.

Kína továbbra is kulcsszerepet fog betölteni a globális olajpiacon, kőolajtermék-szükséglete 2015-ben eléri a 9,6 Mb/d szintet.

A tanulmány ábrán mutatja be az Ázsia-Óceánia térségében jelentkező kőolajtermék-szükségletek várható alakulását 2014-ig termékenkénti bontásban. Ezek alapján 2005 és 2010 között a cseppfolyós gáztermékek (propán-bután) szükséglete 3,5%-kal, a könnyűbenzin 3,0%-kal, a benzin 3,5%-kal, a gázolaj 3,4%-kal fog növekedni, és az összes kőolajtermék-szükségletre átlagosan 3%-os emelkedés várható. Erre az időszakra az összes kőolajtermék-szükségletre átlagosan 3,7%-os növekedést becsülnek.

*Hydrocarbon Processing*

#### Ázsia-Óceánia kőolajszükségletének alakulása (Eb/d)

| Országok         | 2001      | 2002       | 2003       | 2004*       | 2005*      |
|------------------|-----------|------------|------------|-------------|------------|
| Kína             | 111       | 168        | 272        | 737         | 449        |
| India            | 3         | 3          | 0          | 141         | 78         |
| Japán            | -209      | -59        | 84         | -126        | 7          |
| Dél-Korea        | 2         | 53         | 19         | -6          | 23         |
| Thaiföld         | -11       | 41         | 48         | 54          | 46         |
| Indonézia        | 45        | 26         | 23         | 44          | 33         |
| Egyebek          | 102       | 0          | 291        | 174         | 153        |
| <b>Összesen:</b> | <b>43</b> | <b>233</b> | <b>737</b> | <b>1019</b> | <b>788</b> |

\*Tervezett



## NAGY SÁNDOR (1929–2005)



Nagy Sándor okleveles vegyész-mérnök, mérnök-közgazdász, a magyarországi bitumengyártás és -fejlesztés mértékadó, kiemelkedő személyisége 75 éves korában távozott körünkől.

1929. szeptember 23-án született Zalalövön. Az elemi iskola elvégzése után tanulmányait a Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnáziumban folytatta. A sikeres érettségit követően 1949-ben felvették a Veszprémi Vegyipari Egyetemre, itt 1953-ban az első végzős vegyész-mérnökök között szerezte meg vegyész-mérnöki oklevelét. Emellé később mérnök-közgazdász végzettséget is szerzett. 1954. május 1-jén került a Zalai Kőolajipari Vállalat jogelődjéhez, a Zalai Ásványolajipari Vállalathoz. Első munkaköre műszakos üzem-mérnök volt. A bitumenszakma iránti nagyfokú érdeklődését, felkészültségét és elkötelezettségét bizonyítja, hogy alig egyéves olajipari gyakorlattal már bitumenüzem-vezetői kinevezést kapott. Bitumenüzem-vezetőként jelentős szerepet játszott a vállalat életében az első bitumenfűtató megépítésében és bejáratásában, a bitumenek vasúti tartálykocsis töltésének, a brikettipari bitumenek kiszerezésének, továbbá a papírszakos, fémhordós és fóliás csomagolású bitumenek, valamint a tankautós kiszerezésű bitumenek technológiájának kidolgozásában és műszaki feltételeinek megteremtésében. Vezetése alatt a bitumenüzem termelése nőtt, a bitumenértékesítés jelentős része a nyugat-európai és tengeren túli exportpiacokon realizálódott. Vezetői teendőinek ellátását már ekkor is a kellő szakismeret, átgondoltság, szívós elhatározottság, jó em-

berismeret és nagy munkabírási jellemezte.

Az 1965–1974 közötti években munka- és üzemszervezési osztályvezetői munkakörben dolgozott. Ez idő alatt teljes keresztfunkciójában megismerte a vállalat működését. Üzemszervezési osztályvezetőként is figyelemmel kísérte a technológiai és termékfejlesztéseket. 1974-ben kinevezték főmérnökké, műszaki igazgatóhelyettesé. Irányítása alatt jelentősen nőtt a bitumenértékesítés volumene, és megközelítette az évi 300 ezer tonnát. Ezt az időszakot a termelőberendezések folyamatos fejlesztése és rekonstrukciója jellemezte. 1979-ben üzembe helyezték az új bitumenfűtatót, amely napjainkban is a MOL Rt. Zalai Finomítójának technológiai főüzeme. A bitumenfűtató üzembeállításával megvalósult a kor igényeinek megfelelő teljes körű bitumentermék-választék gyártása. Ebben az időszokban bővítették a termelés és értékesítés volumenének megfelelő tárolóteret. Kifejlesztették a poliamidzsakos bitumenkiszerezést. 1984. január 1-jével kinevezték a Zalai Kőolajipari Vállalat igazgatójává. Vezetésével a következő főbb fejlesztések valósultak meg: 1984-ben termelésbe lépett a 400 ezer tonna/éves kapacitású alapanyag feldolgozására alkalmas A2V desztillációs üzem, a hozzá kapcsolódó létesítményekkel. A nagy volumenű minőségi bitumengyártással párhuzamosan kifejlesztették a ZALAPLAST márkanevű utépítési modifikált bitumeneket. Nagy Sándor nevéhez fűződik a bitumenes szigetelő lemezeket, fedéllemezeket gyártó és értékesítő, a termékeivel Magyarországon jelenleg már piacvezető Villas Hungária Kft. létesítése.

Nagy Sándor maradandót alkotott! Megmaradtak a bitumenfejlesztések eredményei, ezek az utódoknak mindig jó alapot adtak a további termékfejlesztések megvalósításához.

Nem kevés sajnós, az sem, ami Nagy Sándor halálával végleg elveszett. Mert elveszett a vele személyes kontaktusban mindig megtapasztalható éles elméjűség. Elveszett a hatalmas és naprakész, gyors reagálású ismeretanyag, elveszett a mindenre nyitott gondolkodás. Elveszték az oldott, termékeny beszélgetések. Elveszett a páratlan mérnöki karizma. Mindenkor számíthat-

tunk rá! Szakmai tevékenységét több munkahelyi és állami kitüntetéssel ismerték el.

Vállalati elfoglaltságán kívül kellő figyelmet fordított a szakmai-közéleti munkára, ebből kiemelem a Magyar Kémikusok Egyesülete Zala megyei Szervezetében eredményesen végzett titkári feladatokat, majd a csaknem 2 évtizeden át a Magyar Kémikusok Egyesülete Zala megyei Szervezetében végzett elnöki munkát. Társadalmi tevékenységét is környezete megelégedtségére látta el, s ezért a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségétől a „Tudományos Élet Fejlesztéséért” kitüntetést kapta 1987-ben.

Nagy Sándor elévülhetetlen érdemeit szerzett a Zalai Kőolajipari Vállalat szervezetének kialakításában, gyártott termékeinek kifejlesztésében, a gyártáshoz szükséges berendezések kiépítésében és folyamatos technológiai fejlesztésében, valamint a vállalat termékei piaci elhelyezésében, a versenyképesség megőrzésében.

Nagy Sándort 2005. február 28-án a gyászolók sokasága kísérte utolsó útjára szülőfalujában, a Zalalövő-zalapatki temetőben.

Emlékét megőrizzük.

(Gelencsér László)

## BARANYAI ZOLTÁN (1945–2005)

2005. február 25-én ismét lesújtó hírt kapott az olajosok nagy családja: Baranyai Zoltán munkatársunk, nagyszerű kollégánk, barátunk nincs többé.

Egész életútját meghatározta az a korai döntés, hogy a Nagykanizsai Kőolajbányászati és Mélyfúróipari Technikumban végezte középfokú tanulmányait. Az érettségi után a Nagylengyeli Kőolajipari Vállalatnál technikusként kezdte el pályáját. Ott, ahol a kőolajtermelés 10 éven belül már a második csúcsa felé tört. Egy éves gyakorlatot követően érezte, hogy a középiskolában szerzett tudásnál többre van szüksége, ezért állami ösztöndíjjal, a felsőfokú vegyipari gépészmérnöki oklevél megszerzése érdekében ismét iskolapadba ült. A felsőfokú technikus oklevél megszerzését követően az – időközben bekövetkezett vállalati átszervezések során létrejött – Dunántúli Kőolaj-

és Földgáztermelő Vállalat fogadta viszsza Nagylengyelbe. A mező ekkor már túl volt második termelési csúcán. Intenzív termeléseszkökenés következett be, embert próbáló, lelkeket győtrő helyzeteket teremtve. Mint fiatal szakember, ott volt a termelés élvonalában. Amit rábíztak, nagy szorgalommal, lelkiismeretesen végezte el, közben gyűjtötte a tapasztalatokat a nehézlaj-termelés területén. Sejtette és érezte, hogy elméleti tudása még mindig nem elég ahhoz, amit el akart énni, ezért 1970-ben ismét tanulmányokba kezdett. A pécsi Pollack Mihály Főiskolán 1973-ban vegyipari gépész-üzemmérnöki oklevelet szerzett. Tehetsége, szorgalma és szakmai tapasztalatai alapján 1973. január 1-jétől a nagylengyeli termelési üzemegység vezetésével bízták meg. Két és fél évet töltött el ebben a beosztásban, irányította a Dunántúl számára az elmúlt 50 évben végig meghatározó terület termelési tevékenységét. Az elméleti tudással párhuzamosan megszerzett gyakorlati tapasztalatok alap-

ján 1976-tól a fejlesztés területére helyezték át. Részt vett a hazai szénhidrogéntelepek művelésében megjelenő korszerű másod- és harmadlagos eljárások dunántúli megvalósításában, a Kiskunhalasi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények beruházásának lebonyolításában, a CO<sub>2</sub>-es művelés budafai mező Zala-Mura-Kerettye sorozatban történő megvalósításában. Alkotómunkája a 80-as években kiteljesedett. Részt vett a nagylengyeli nagyüzemi CO<sub>2</sub>-os művelés előkészítésében, beruházásaiban és a Pusztadericsi Földalatti Gáztároló bővítésében, majd az évtized végén a KfV fejlesztési stratégiájának kidolgozásában.

A kilencvenes évek által teremtett új helyzetben a Nagykanizsai Bányászati Üzem ismét a beruházások és fejlesztések területére irányította, ahol új vezetői előtt is bebizonyította az évek során megszerzett szakértelmét, tudását, hozzáértését. Elévülhetetlen érdemei voltak az energiaracionalizálásokat megvalósító beruházásokban, amelyekkel a

dunántúli mezők gazdaságossági pozícióit jelentősen javítani lehetett. A MOL Rt. aranygyűrűje az ő ujján is méltó helyre került.

Szakmai pályájának utolsó szakaszában a KTD ÜÜK munkájában vett részt, tervezte és szervezte az üzemfenntartással összefüggő munkákat.

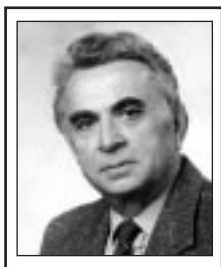
Igazi csapatjátékos volt, aki tudta ugyan, hogy kellene az egyéni kiugró teljesítmények, de azt is felmérte, hogy az igazán nagy eredményeket csak kollektív munkával lehet elérni. A ma dicshéért soha nem áldozta fel a holnapot, a jövőt. Szerény, szavatartó, pontos, a határidőket szentségként kezelő embernek ismertük.

2005. március 4-én családja és munkatársai a zalaegerszegi temetőben vettek búcsút Tőle.

Kollégái, barátai – mielőtt végső nyughelyére elkísérték – hamvai előtt fejet hajtva, bányász köszöntéssel mondtak utolsó „Jó szerencsét!”

(Jármai Gábor)

## DR. RÁCZ DÁNIEL (1930–2004)



Mély megrendüléssel hallottuk a megdöbbentő hírt, hogy, *dr. Rácz Dániel* okleveles aranydiplomás olajmérnök, a műszaki tudomány kandidátusa 74. életében, 2004. december 16-án elhunyt.

*Dr. Rácz Dániel* 1930. április 7-én született Ongán. 1953-ban kitüntetéssel szerezte meg olajmérnöki diplomáját. Tanulmányai befejezése után az NME Olajtermelési Tanszékén, Sopronban *dr. Gyulay Zoltán* professzor mellett kezdett el dolgozni demonstrátor-, majd tanársegédként. Az egyetemen szerzett ismereteit, valamint a két éves elméleti és oktatói munka tapasztalatait az – akkor még önálló vállalként működő – Lovászi Kőolajtermelő Vállal-

latnál, a gyakorlatban is sikeresen hasznosította, technológiai vezetői beosztásban. Tevékenysége, szorgalma és hozzáértése viszonylag gyors karriert eredményezett. 1960–1965 között az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (OKGT) nagykanizsai kutatólaboratóriumát vezette nagy szakértelemmel és hozzáértéssel. Felfelé ívelő pályájának újabb állomása 1965-ben az OKGT Termelési Főosztály lett, melynek vezetőjévé nevezték ki. Ez a tevékenység az eddigiektől eltérő, komplexebb munkát igényelt. Az ország kőolaj- és földgáztermelését kellett koordinálnia és irányítania egy olyan időszakban, amikor a mennyiségi szemlélet dominált. Ez termelési, termeléstehnológiai és műveléstehnológiai átfogó ismereteket követelt meg. Irányításával sikerült ezeket a feladatokat csapatmunkában szakszerűen és nagy hozzáértéssel megoldani, a szénhidrogén-termelés évről évre dinamikusn növekedett. 1967-ben a Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium (OGIL) igazgatójává nevezték ki. Ez a szervezet petrofizikai és petrokémiai paraméterméréseken kívül az olajipar tudományos kutatási és műveléstehn-

nológia tervezési igényeit is kielégítette. Irányítása alatt az intézet szervezeti egységei tovább korszerűsödtek. Ebben az időszakban kezdődött meg a művelési folyamatok matematikai modellezése és ezek fejlesztése. A második évezred végére ebből alakult ki a világ élvonalába tartozó eszközökkel végzett tárolómodellezés. 1977-ben védte meg kandidátusi, majd 1978-ban egyetemi doktori értekezését.

1980-ban rövid időre a Nehézipari Minisztérium államtitkára mellett tanácsos, majd a Magyar Szénhidrogénipari Kutató-Fejlesztő Intézetnél (SzKFI-nél) megalakult Rezervoármérnöki Iroda vezetője lett. Ebben a munkakörben tevékenykedett 1987-ig, Egészségi okok miatt 1988 óta nyugállományban volt.

*Dr. Rácz Dániel* a hazai olajmérnökök azon második generációjához tartozott, akiknek pályája egybeesett az olajbányászat nagyütemű fejlődésével. Egyike volt azon kevés ipari vezetőknek, aki a napi feladatokkal párhuzamosan műszaki problémák kutatói szintű megoldását is vállalta. Vonzották az elvont, bonyolult és szinte megoldhatatlannak tűnő problémák. Ilyen volt a fázishatáron kialakuló áramlási ellen-

állás okainak kutatása, a könnyű olajok katalizátorokkal stimulált föld alatti égetése, a nagy mélységű, kis áteresztőképességű tárolók művelési hatékonyságának növelési lehetősége stb. E területeken született számos szabadalom társszerzője lett. Az ő és kutatócsoportja által kifejlesztett katalizátorokkal stimulált égetéses kőolaj-kitermelési eljárás világhírűvé vált. Hazai és külföldi szakmai fórumokon csaknem 80 publi-

kációja jelent meg, tagja volt a BKL Kőolaj és Földgáz c. szakmai lap szerkesztőbizottságának is. Aktívan tevékenykedett az MTA tudományos bizottságaiban, tagja volt az SPE-nek. 1951-től az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület tagja. Segítette a Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztály munkáját, ennek 1975–1981 között ügyvezető alelnöke, illetve elnökhelyettese is volt.

Számos kitüntetést kapott, ezek közül a Munka Érdemrend Arany fokozatát 1988-ban, az Akadémiai Díjat (megosztva) 1981-ben.

Családtagjai, egykori barátai és munkatársai 2004. december 29-én a budapesti Felsőkrizinavárosi Plébánia Apor Vilmos téri Urnatemetőjében vettek Tőle végső búcsút, és mondtak Neki utoljára Jó szerencsét!

(Kelemen József)

## NAGY KÁROLY (1934-2005)



Nagy Károly Szentesen született 1934. március 2-án. 1952-ben érettségizett Csongrádon. Egyetemi tanulmá-

nyait Sopronban a Műszaki Egyetemi Karok Bányamérnöki Karának Olajbányászati Szakán végezte. Itt szerzett olajmérnöki oklevelet 1957 áprilisában. 1957–1958 között a kaposvári Mélyfűró Vállalatnál gyakornok, majd főfűrómester. 1958–1960 között Budapesten a Vízkutató és Kút-fűró Vállalatnál, illetve az Országos Vízkutató és Fűró Vállalatnál kútervező, később területi előadó. Ezt követően a Dunántúli Földtani Kutató-fűró Vállalatnál, az Országos Földtani Kutató és Fűró Vállalatnál töltött be műszaki irányítói,

illetve vezetői beosztásokat. 1989-től 1991. december 31-ig a veszprémi szénbányák osztályvezetője volt. 1992. január 1-jétől nyugállományban volt. Elsősorban a szilárdásványi nyersanyagkutatás (lignit-, mangán-, szénkutatás) területén tevékenykedett, de részt vett a METRO-nyomvonalak földtani és talajmechanikai fűrási munkálataiban is. 2005. február 15-én, 71 éves korában hunyt el, Csongrádon helyezték végső nyugalomra, és mondtak Neki utolsó Jó szerencsét!

(A szerkesztőség)

## KÖNYVISMERTETÉS

### Él a Kiotói Egyezmény

2005. február 16-án életbe lépett a még 1997-ben kötött Kiotói Egyezmény, amely a dokumentumot aláíró 130 országot arra kötelezi, hogy az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását az 1990-es szinthez képest a 2008–2012 közötti időszakban átlagosan 5%-kal csökkentsék.

A Figyelő című hetilapban (2005. február 24.–március 2. p. 7.) *Őri István*, a KVM államtitkára úgy nyilatkozott, hogy az egyezmény hazánkban semmilyen tekintetben nem teremt új helyzetet, mivel az EU önmagára nézve már eddig is érvényesnek tekintette a hét éve vállalt kötelezettségeket. Miután hazánk ma is a kiotói kvóta alatt bocsát ki üvegházhatást okozó gázokat, a fennmaradó részt értékesítheti a kialakuló piacon. Az unióban az első vásárlói szándék ez év végén jelentkezhet, így az árakat ma még csak találgatni

lehet. A kormány arra számít, hogy az összkvóta 2,5 százalékaért jövőre 1 milliárd forintot kaphat. Az együttes végrehajtás is kedvező lehet Magyarországnak, a kvótájuk felett kibocsátó országok ugyanis egy itteni beruházással, olcsóbban csökkenthetik emissziójukat, mint otthon költenének ugyanerre a célra.

### International Petroleum Encyklopedia, 2004

(Nemzetközi Kőolajipari Enciklopédia, 2004)

**A** már 3 évtizede megjelenő könyvet a PennWell Kiadó – a tradíciót követve – évenként korszerűsíti és nyomtatott, valamint könnyen használható Windows 95/98 NT, vagy MAC CD-ROM formátumban adja ki. A kiadvány több mint 150 oldalon – országonkénti összesítőkből: É-Amerika, Közép-Kelet, Ázsia-Csendes-Óceánia, Kína, Latin-Amerika, Afrika, egykori Szovjetunió, Európa csoportosításokban – tartalmaz korszerű adatokat és

térképeket az olaj- és gázmezőkről, távvezetésekről, finomítókról. Néhány főbb fejezet: kihívások Irakban, a Közép-Kelet kilátásai, Oroszország olaj-exportja, Oroszország gázexportja, az olajszállítás áramának világterképe, a világ LNG-kereskedelme, a jövő energiaellátása, a világ kőolaj- és kőolajtermék-fogyasztása, a világ olajtermelése, a világ készletei és termelése, a világ kőolajimport- és kőolajexport-forgalma, a világ olajkereskedelmének alakulása, a világ kőolajfeldolgozó kapacitása és feldolgozási adatai, a világ földgáztermelése, a világ földgázfogyasztása, a világ földgázimportjának és -exportjának adatai. A kőolajárak alakulása, kőolajtermékek, összehasonlítható energiaárak stb.

Terjedelme 339 oldal

Szerkesztő: *Rebecca L. Bushy*

Kiadó: PennWell Publishing Co.

Ára: 195 USD (kötve), CD-ROM 195 USD, Nyomtatott /CD-ROM 312 USD

Forrás: Internet

(Turkovich György)



## Óriás szélturbina

1999 óta világszerte több mint 35 százalékkal nőtt a működő szélenergia kapacitás. A technológiák tökéletesedésének köszönhetően a jövőben első generációs, de már futballpályányi lapátokkal rendelkezők fognak működni, majd az azt követők még ennél is hatalmasabbak, 200 vagy akár 300 méter átmérőjűek lesznek. Az első ilyen gigászi erőművet 2005 februárjában helyezték üzembe Németországban, a több mint 120 méteres szerkezet jelenleg a világ legnagyobb szélturbínája. A lapátokat üveg- és szénszálak, valamint szintetikus gyanták keverékéből formázták, a 200 méter magas tartóoszlop pedig nagy szilárdságú acélból készült. A turbínák 3,5–25,0 méter/s sebességgel fújó szélben működnek, a túlpörgést speciális fékek akadályozzák. A szélenergia mechanikájának karbantartásához helikopter-leszállópályát alakítottak ki a tetején. A csak „5M”-nek nevezett erőmű teljesítménye 5 megawatt.

Összehasonlításképpen: Mosonmagyaróvár és Kulcs térségében működő turbínákból csaknem százra lenne szükség hasonló teljesítmény eléréséhez. Az „5M” kísérleti darab, egy EU-s kutatási program keretében tesztelik.

*Figyelő, 2005. 7. szám, p. 26.*

(Dr. Horn János)

## Brazília több földgázt importál Bolíviából és Argentínából

A brazil és a bolíviai államelnökök között folytatott tárgyalások, illetve megállapodás alapján Brazília 2006-tól kezdve 20 Mm<sup>3</sup>/d földgázt fog importálni Bolíviából.

A Brazília és Argentína között létrejött szándéknyilatkozat értelmében 200 MUSD összeggel finanszírozzák a San Martin gáztávvezeték bővítését az ország déli részén. A Petrobras társaság kivitelezésében megépülő távvezeték a TGS-vállalat üzemelteti. A bővítéssel 3 Mm<sup>3</sup>/d mennyiséggel növekedik a rendszer kapacitása. Az új kapacitás belépését 2005. júliusra tervezték.

*Petroleum Economist*

## Fehéroroszország emelni fogja az exportvámot

A közlemény szerint a kormány a kőolajexport vámját a 41,6 USD/t értékről 87,9 USD/t szintre tervezi emelni. Ugyancsak emelni kívánják a kőolajtermék-export vámját is, de kisebb mértékben (a jelenlegi 30,50 USD/t értékről 37,50 USD/t-ra).

*Petroleum Economist*

## Tranzakciók az energiaszektorban

A PricewaterhouseCoopers (PWC) társaság félévi jelentése szerint a villamosenergia- és gáziparban a fűzők és a részesedési tranzakciók 2004 első félévében (31,4 Mrd USD) jelentősen meghaladták a 2003 utolsó hat hónapjának aktivitását (29,7 Mrd USD). A vezető vásárlórégió: Európa 36%-kal részesedett a világszerte végrehajtott tranzakciókból. Az USA energiatársaságai inkább a hazai piacokra koncentráltak, de az USA így is a második legnagyobb vásárlórégió volt (29%). 2004 első félévében a világon 209 fűző és részesedésvétel történt, ebből 139 a saját országhatárokon belül ment végbe. Ez a szám az előző év azonos időszakában 205 volt. A legnagyobb tranzakció a brit „Cottam” széntüzelésű erőmű eladása volt, azt a düsseldorfi E.ON társaság vette meg 96 MUSD-ért.

*Erdöl, Erdgas, Kohle*

## Hová exportálja az ExxonMobil a Szahalin-1 létesítmény földgázát?

Az ExxonMobil tárgyalásokat folytat a kínai CNPC társasággal, hogy a Szahalin-1 projekt teljes földgáztermelését Kínában értékesítse. A társaság eredetileg azt tervezte, hogy Japán részére szállít gázt – egy később megépítendő, 1490 km hosszú – földgáztávvezetékén át. A japán halászati ipar részére fizetendő kompenzáció, és a szolgáltató vállalatokkal tervezett megegyezések azonban megakadályozták. Japánban úgy vélik, hogy a CNPC társasággal folytatott tárgyalások e megegyezés előmozdítását célozzák.

*Petroleum Economist*

## A Trans Canada Társaság olajtávvezetékét építi

A társaság egy 2995 km hosszú, 400 000 b/d kapacitású olajtávvezetékrendszer kialakítását tervezi, hogy a társaság Alberta tartományban levő Hardisty olajközpontjából nehézolajat szállítsanak Wood River és Patoka irányába. Az ún. „Keystone” olajtávvezetékrendszeren belül 1600 km hosszú 30" átmérőjű vezeték épül az olajközpont Észak-Dakota, Dél-Dakota, Iowa, Missouri, Illinois államok és az USA között, 160 km új, 30" átmérőjű vezeték épül Alberta és Manitoba területén Kanadában, és a Trans Canada működő gáztávvezeték-rendszerén is átalakításokat hajtanak végre.

A „Keystone” rendszer a kanadai nyersolajtermelés következő évtizedben feltételezett növekedéséhez alkalmazkodik. (Az olaj nagyobb része az olajhomokokból és egyéb észak-albertai projektekből származik.) A Trans Canada Társaságot számos olajtermelő és finomító társaság, részvényes közösségek, kormányzati képviselők és a javasolt nyomvonallal érintett földtulajdonosok támogatják. A vezeték üzembe helyezését 2008–2009-re tervezik.

A Trans Canada megmaradó (40 000 kilométernél hosszabb) gázvezeték-hálózatát továbbra is többnyire a nyugat-kanadai földgáz továbbítására használják fel Kelet-Kanadába és az USA-ba (a vezetékek jelenleg 141,6 Mrd m<sup>3</sup>/év földgázt továbbítanak).

*Oil and Gas Journal*

## A Trans Canada Társaság jelentősen fejleszti gáztárolókapacitását

A társaság által Edson közelében, Alberta tartományban épülő föld alatti földgáztároló becsült költsége 200 M USD. Az 1,4 Mrd m<sup>3</sup> kapacitású tároló a Trans Canada Társaság albertai olajtávvezetékrendszerhez csatlakozik majd, és ezzel a társaság tárolókapacitása több mint 3,54 Mrd m<sup>3</sup> szintre nő. Ez Alberta összes tárolókapacitása egyharmadának felel meg. A társaság a közelmúltban egy hosszú távú szerződést írt alá 1,14 Mrd m<sup>3</sup> földgáz tárolására.

*Oil and Gas Journal*



## Kifogytunk az olajból?

**M**ichael J. Economides professzor a Marine Technology Society találkozóján, Houstonban kijelentette, hogy a világ energiaipara erős, és a jövőben még erőteljesebben fog fejlődni, de nem szükségszerűen a kőolaj játszik majd főszerepet. Economides professzor véleménye szerint a jövő a földgázban rejlik. Az átmenet a földgázra csökkenteni fogja az olajfüggőséget. Az országok között továbbra is Oroszország lesz a kulcsszerep. Az USA energiaforrásainak 40%-át képező kőolaj 13–15%-át a műanyagok és polimerek előállítására használják fel, 27%-át pedig piacokra szállítják el. Az elemzők szerint az USA szállítóiparának az energiaiparral együtt a gáz irányába kell elmozdulnia.

*Oil and Gas Journal*

## A Gazprom 2005. évi célkitűzései

**A** Gazprom 2005. évre 547 Mrd m<sup>3</sup> földgáztermelést tervez (5 Mrd m<sup>3</sup> mennyiséggel többet, mint az előző évben). Az Európába irányuló export is 5 Mrd m<sup>3</sup> mennyiséggel nő, és 145 Mrd m<sup>3</sup> földgázszállítást terveznek összesen. Oroszország, a fő gázszállító távvezeték üzemeltetője a belföldi fogyasztók részére 2005-ben mintegy 391 Mrd m<sup>3</sup> földgáz értékesítését tervezi. E gázmennyiség egy részét független vállalatok termelik, amelyek az ország teljes földgáztermelésében (634 Mrd m<sup>3</sup>) csaknem 14%-kal vesznek részt.

*Petroleum Economist*

## Mexikóban nitrogénleválasztó üzem épül

**A** mexikói állami tulajdonú olajipari vállalat, a Petróleos Mexicanos megbízást adott a Techint SA, valamint Costain Group PLC részére egy 17,8 Mm<sup>3</sup>/d kapacitású nitrogén-leválasztó üzem tervezésére és kivitelezésére, a Pemex Tabascóban levő gázüzemében. A Costain cég képviselője szerint a 150 MUSD költségigényű létesítmény a világ legnagyobb nitrogénkinyerő üzeme lesz, és az EOR-eljárásban alkalmazott nitrogént vonja ki a kitermelt gázból. Az üzem a Costain cég által szabadalmaztatott kriogén folyamat elvén fog működni.

*Oil and Gas Journal*

## A gáztárolás szerepe az USA gázellátásában

**A**z USA LNG-importja fokozatosan növekszik, ezért a tárolás kérdése döntő a napi igények és az ellátás változásának kézbentartásához. Az LNG-import fokozódását az USA-ban a 2000 óta gyorsan emelkedő gázárak és az LNG-szállítási, -ellátási költségek csökkenése indikálja. Az USA Energia-információs Hivatala szerint az LNG-import aránya 2010-ben mintegy 10% lesz az USA gázellátásában. Egyre növekszik a nyomás arra vonatkozóan, hogy az LNG-termináloktól kiindulva vezetékeket építsenek az importterminálok körüli piacokra. A föld alatti gáztároló ipar gyors fejlődése is várható az USA területén. Mind a NISource, mind az EnCana társaságok új tárolóüzemek megvalósításán dolgoznak. Jelenleg 4 cseppfolyógáz- (LNG-) terminál működik az USA-ban, és további 40 új terminál létesítését, valamint számos meglévő bővítését tervezik. Szakértők véleménye szerint az LNG-import befolyásolni fogja a gáztárolók értékét, és jelentős szerepe lesz az USA gázpiacán. Jelenleg az USA LNG-importja többnyire Trinidadból származik, kiegészülve egyéb forrásokból (Norvégia, Nigéria, Algéria és Egyiptom).

A National Petroleum Council (NPC) szerint 2005 és 2025 között a keleti területeken 9,940 Mrd m<sup>3</sup> új föld alatti gáztároló-kapacitást kell biztosítani ahhoz, hogy az ipar igényeit ki tudják elégíteni. Az NPC becslése alapján az USA-nak 2023-ig mintegy 19,825 Mrd m<sup>3</sup> föld alatti tárolókapacitásra lesz szüksége.

*Oil and Gas Journal*

## Németország élen jár az atomenergia hasznosításában

**A** világ nyilvántartott tíz legjobb eredményt felmutató atomerőműve közül hat Németországban van üzemben. Az évi 12,32 milliárd kilowattóra villamos energiát termelő, 1475 MW teljesítményű Isar 2 német atomerőmű ötödször nyerte el a világ legjobb atomerőműve címet.

A világon jelenleg 31 országban 438 reaktor működik. 2003 végén 32 reaktorblokk volt épülőben.

*Bulletin*

## A világ olajtermelési kapacitása 16 Mb/d szinttel nőhet 2010-ig

**A** Cambridge Energy Research Associates (CERA) Houstonban tartott konferenciáján elhangzott becslések szerint a világ kőolajtermelő-kapacitása 2010-ig több mint 16 Mb/d mennyiséggel nőhet, elérve a 101,5 Mb/d szintet. E növekedésből 7,6 Mb/d a nem OPEC-államokban, 8,9 Mb/d az OPEC-államokban várható. Nem várható viszont, hogy a nyersolajtermelés 2020 előtt el fogja érni a csúcspontját. Az is elhangzott, hogy ebben a periódusban a teljes nyersolajtermelésből mintegy 20% nem konvencionális olaj lesz, szemben a jelenlegi 16%-kal. A CERA országonként és mezőnként végzett becslése szerint világszerte erős növekedés (6 Mb/d szint) várható a mélytengeri mezőkből. A nem OPEC-államok olajtermelése a 2010-ig tartó erős növekedést követően lassan csökkenni fog. Az OPEC-államok termelésében a legnagyobb változást az olyan államokban várják, mint pl. Nigéria, melyek 2010-ig több mint 1 Mb/d növekedést produkálhatnak. Irán és Irak is 1-1 Mb/d szinttel növelheti termelési kapacitását 2010-ig, bár a politikai viszonyok miatt ebben van bizonytalanság. A 11 nem OPEC-ország közül Indonézia küszködik a kapacitás növelésével. A nem OPEC-államok közül az olajtermelési kapacitás emelésére legjobbak a kilátások a Kaszpi-régióban, ahol mintegy 2,5 Mb/d szinttel növelhető a kőolajtermelés. A CERA jelentős növekedést becsül Oroszországban és Kanadában is.

*Oil and Gas Journal*

## Savas gáz besajtolása az USA-ban

**A**z ExxonMobil (USA) azt tervezi, hogy 2005 tavaszán megkezdik a savas gáz besajtolását a Shute Creek La Barge (Wyoming államban levő) gázkezelő üzeménél. A 400 MUSD költségű létesítmény mintegy 11%-kal fogja fokozni a kis fűtőértékű gáz termelését, csökkenti a szén-dioxid- és a kén-dioxid-emissziókat. A projekt 2004 elején üzembe helyezett 110 MW kapacitású kogenerációs létesítménye már jelentős

költségmegtakarítást eredményezett a társaságnak. A Shute Creek üzem kezelte az ExxonMobil által a Green River medencében 1975 és 1986 között felfedezett mezőkből termelt nemszénhidrogén-gázok zömét. Az ExxonMobil üze-  
mei a világ legnagyobb héliumértékesítői, mintegy 113 300 m<sup>3</sup>/d héliumot termeltek 2003-ban. A Shute Creek üzem belépő kapacitása 20,4 Mm<sup>3</sup>/d-re fog nőni. A 4800 m mélységben levő rétegből termelt nyers gáz 22% metánt, 65% CO<sub>2</sub>-gázt, 7,4% nitrogént, 5% hidrogén-szulfidot és 6% héliumot tartalmaz. A termelt metánt és héliumot értékesítik, a 7,02 Mm<sup>3</sup>/d mennyiségű CO<sub>2</sub>-gáz 80%-át három üzemeltetőnek adják tovább, melyek az EOR-eljárásban használják fel azt Wyoming és Colorado államokban. A többi szén-dioxidot az Anadarko Petroleum Co. tervezi felhasználni szintén EOR-eljárásban. Az ExxonMobil mintegy 1,7–1,9 Mm<sup>3</sup>/d mennyiségű (65%-ban CO<sub>2</sub>-t, 35%-ban H<sub>2</sub>S-t tartalmazó) gázt tervez beszajtolni az 5250 méterben lévő Madison formáció gáz-víz-határa alá. A beszajtolandó gázt két újonnan fúrt kút biztosítja majd. Így a társaság le tudja állítani elöregedett kénkinyerő üzemét, és jelentősen csökkenti a levegőbe engedett vagy fáklyán elégetett szén-dioxid mennyiségét.

*Oil and Gas Journal*

## Gázáramlás porózus közegekben – Turbulencia vagy termodinamika

Walter Littmann 4 oldalas elemzése ismerteti a témában használatos egyenleteket, számítási példákat, és kritikai megállapításokat közöl. A kútban történő gázáramlást az ellen-nyomás- vagy termelékenységi egyenlettel számítják. Ebben az  $n$  kitevőt az ideális Darcy-egyenlettel való eltérésnek tekintik, s ezt rendszerint a rezervoárban fellépő turbulenciaként veszik figyelembe. Látható, hogy turbulencia a gázutakban csak nagyon extrém esetekben keletkezik, és az  $n$  kitevőt a gáz expanziója alatt bekövetkező hőmérséklet-változásnak lehet betudni. A „nem Darcy-áramlás” kifejezés megtévesztő, mivel az áramlás még természetesen követi a Darcy-történyt. Valódi esetben a kútban az állapotváltozás ir-

reverzibilissé válhat, és nem lehetnek idealizált paraméterek. Továbbá a rezervoárban keletkező hőáram felmelegíti a gázt. Ezt mutatják azok az eredmények, melyeket a szerző a közlemény 2. táblázatában közöl. Az állapot adiabatikus változásából számított hőmérsékletértékek azonos nagyságrendűek az észleltekkel. Figyelembe kell venni, hogy ezeket a számításokat idealizált állapotokra készítették. A szerző szerint a gáztermelésben nagyobb figyelmet kell fordítani a termodinamikára. Ez áll az egyéb rezervoármérnöki problémák megoldására is (pl. a földgázátrolási műveleteknél, ahol szintén nyomásemelkedéseket észleltek, melyeket nem lehet a normális izotermális rezervoármérnöki megközelítésekkel leírni). Feltételezhető, hogy a rezervoárban keletkező hőmérséklet-változás jelentősen befolyásolja a nyomást, különösen ha a hőkiegyenlítődés (hőáramlás a tárolóközetből) nem túl gyors (hanem inkább lassú), mint az a közlemény nyomásemelkedési görbéjén is látható. Ezért a kútvizsgálatok nyomásemelkedési értékelésekor a gázáramban a nemizotermális viselkedést is figyelembe kell venni.

*OIL GAS European Magazine*

## A DrillTec cég új fúróberendezése

A berendezés megjelenési formája jelentősen eltér az olaj- és gáziparban megszokottól. Ennek a teljesen hidraulikus mélyfúró berendezésnek a fúrótornya (egy 22 m magas, hátul két ferde alátámasztással rendelkező, hatszögletes zárt árbo) három konténer magasságú aléptímből emelkedik ki. A hidraulikus hajtás 370 t húzóerőt tud kifejteni, és 36 tonnáig terjedő nyomóerőt tud a fúrórudazatra gyakorolni, s ezzel nagyobb méterteliéstímből lehet elérni a fúrás során. A berendezés előnyei: kisebb helyigény, csekélyebb zajemissziók, gyorsabb és egyszerűbb felszerelés, kevesebb szállítási ráfordítás, nagyobb automatizáltsági fok és a személyzetet veszélyeztető munka csökkenése. A modulfelépítésű rendszert (az árboval együtt) 13 darab 20" x 40" méretű konténerben lehet szállítani.

*Erdöl, Erdgas, Kohle*

## Béléscsövek és termelőcsövek korróziós hibáinak numerikus értékelése

Tomasz Szary mérnök és dr. Volker Kockritz professzor 5 oldalas cikket közölt a fenti témáról. A szerzők szerint igen fontos a további üzemeléshez kiválasztott csőszakaszok igénybevételeinek vizsgálata és a biztonsági tartalékok meghatározása. Ezt azonban nem minden esetben lehet analitikai megoldásokkal megbecsülni. A föld alatti kútkiképzésekhez használt béléscsövek korróziós helyeinek meghatározására speciális numerikus értékelést dolgoztak ki. A „véges elemek módszerére” alapozott új számítási eljárással a korróziós bemélyedéseket tartalmazó csövek is jól modellezhetők és számíthatók.

A közlemény ismerteti a „FEM (Finite Element Method)-modellek” felépítését, a csövek ovalításának hatását, a kritikus külső és belső nyomást, a tengelyirányú igénybevétel szilárdsági számításait, a horpadási kísérletek és számítások összevetését.

*Erdöl, Erdgas, Kohle*

## Jók a 2005. évi kilátások a fúróvállalatok számára

A Rowan Companies, Inc. (Houston) elnökhelyettese, Paul L. Kelly megállapítása szerint nagyon kedvezőek a kilátások mind az USA-ban, mind a nemzetközi régiókban. Ezt támasztják alá az USA rendkívül nagy energiaárai és a – gazdasági fellendülés miatti – nagyobb tüzelő- és üzemanyagigényei. Kína gyorsan növekvő gazdasága is világszerte jelentős olaj- és földgázszükséglet-növekedést idézett elő minden évben, és a közel-keleti olaj fokozatosan inkább keletre, mint nyugatra irányul. 2004-ben olyan piaci kondíciók alakultak ki, hogy a fúrási szükséglet növekedése folytatódott, mind a szárazföldi, mind a tengeri kutatások tekintetében. A szárazföldi berendezésállomány kihasználtsági foka elérte a 85%-ot, a tengeri berendezésállományé pedig a 83%-ot. A Rowan Társaság úgy ítéli meg, hogy a fúróberendezés-piac 2005-ben mind az USA-ban, mind világszerte igen élénk lesz.

*World Oil*

## Becslések a földgázszükséglet, és ezen belül az LNG szerepének alakulásáról

A korábbi években a Közép-Kelet a földgázkészletek tekintetében képviselt súlyához képest jelentősen lemaradt az LNG-ipar területén: Annak ellenére, hogy a világ becsült biztos földgázkészleteinek csaknem 41%-a (2003. év végi becsült érték: 71,72 x 1012 m<sup>3</sup>) ebben a térségben van, 2003-ban a világ LNG-kereskedelmének csak egyötödét biztosította Omanból, Katarból és Abu Dhabiból. Az exportcentrum Ázsia és a Csendes-óceán térsége (Ausztrália, Brunei, Indonézia és Malaysia), valamint Afrika volt (Algéria, Líbia, Nigéria), (1. táblázat).

Annak ellenére, hogy mintegy 17 Mt/év LNG-előállító kapacitás építése,

illetve tervezése van folyamatban Dél-Ázsiában, e téren jelentős változás indult meg. Nagy cseppfolyósító kapacitások bővítése és építése folyik Katarban és Ománban, három cseppfolyósító építését tervezik Iránban (egy 7–8 Mt/év kapacitású üzem 2010-ben lép üzembe), és egyet Jemenben (kapacitása 6,2–6,9 Mt/év lesz). A jelentősen emelkedő regionális gázszükségletek fedezésére növelni kívánják az LNG-importokat (2. táblázat).

A közlemény szerint az átlagos éves LNG-importnövekedés 2003 és 2015 között Európában és Ázsiában – jelentősen meghaladva a gázfogyasztás növekedését – több lesz 8%-nál. Az LNG-termelés és -értékesítés – a technológiai korszerűsítések és a földgáz-cseppfolyósítók fajlagos beruházási költségeinek jelentős csökkenése követ-

keztében – fellendül. (Az LNG-technológiák beruházási és üzemeltetési költségei az 1988. évi 550 USD/t szintről 2008-ra 150 USD/t értékre csökkennek.)

*Petroleum Economist*

## Kanadában emelkednek az olajhomokprojektek beruházási költségei

A Canadian Natural Resources (CNR) közlése szerint az emelkedő acél-, tüzelőanyag- és munkaerőköltségek miatt a korábban tervezett 6,97 Mrd CUSD-ról 8,5 Mrd CUSD-ra emelkedett a társaság „Horizon” olajhomokprojektekre tervezett beruházási költsége, így azok (mind a három fázist figyelembe véve) elérik a 9,7 Mrd CUSD szintet, de elképzelhető a 10,7 Mrd CUSD összeg is. A CNR szerint hosszú távú, 28 USD/b olajár esetén 15%-os tőkehozam várható. A projektek első fázisa 2008 közepén lép üzembe, 110 000 b/d kapacitással, ez a mennyiség 2012-re 232 000 b/d-re fog emelkedni.

*Petroleum Economist*

## Kanadai finomítók beruházásai kénmentes dízel előállítására

Az Imperial Oil négy finomítójában elkezdett 0,5 Mrd CUSD összegű beruházás eredményeként a dízel kénartalma 15 ppm-re fog csökkenni. A társaság már eddig 0,6 Mrd CUSD összeget fordított az üzemek korszerűsítésére, hogy a benzin kén tartalmát 30 ppm-re (több mint 60%-kal) csökkentsék.

*Petroleum Economist*

(Turkovich György)

LNG-export régióként, Mrd m<sup>3</sup>

1. táblázat

| Régiók                | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Ázsia–Csendes-Óceánia | 75,63 | 72,32 | 74,22 | 79,24 |
| Afrika                | 32,73 | 34,14 | 35,35 | 40,54 |
| Közép-Kelet           | 23,44 | 31,05 | 33,40 | 35,51 |
| Amerika               | 5,16  | 5,44  | 7,02  | 13,55 |
| Összesen              | 137   | 143   | 150   | 168,8 |

Regionális gázszükséglet, ebből LNG-import, Mrd m<sup>3</sup>

2. táblázat

| Évek               | Észak-Amerika | Európa | Ázsia–Csendes-óceánia |
|--------------------|---------------|--------|-----------------------|
| 2003 Gázszükséglet | 740           | 530    | 176                   |
| LNG-import         | 12            | 40     | 113                   |
| 2010 Gázszükséglet | 820           | 620    | 266                   |
| LNG-import         | 72            | 63     | 163                   |
| 2020 Gázszükséglet | 830           | 693    | 343                   |
| LNG-import         | 95            | 134    | 196                   |

# KÖZLEMÉNY

A PETROLTRAINING ALAPÍTVÁNY (adószám: 18067680143, székhely: 1123 Budapest, Táltos u. 15/A) Kuratóriuma ezúton tisztelettel köszönetet mond mindazoknak, akik 2003. évi jövedelemadójuk 1%-ának felajánlásával támogatták az alapítvány céljainak megvalósítását. A vonatkozó jogszabályokkal összhangban közzéteszi, hogy 2005/4. sz. határozata alapján a 2003. évi jövedelemadó-felajánlások összegét szakmai konferenciárésztvételi költségek – pályázat útján elnyerhető – hozzájárulásához használja fel.

A Kuratórium az alapítvány alapító okiratában foglaltaknak megfelelően a jövőben is nyitott az egyének szakmai műveltségének növelését célzó pályázatok befogadására, az igényeknek a lehetőség adta kereten belüli támogatására, és köszönettel veszi a jövőbeni felajánlásokat is.

A 2004. évről készült Közhasznúsági Jelentés az Alapítvány székhelyén megtekinthető.



